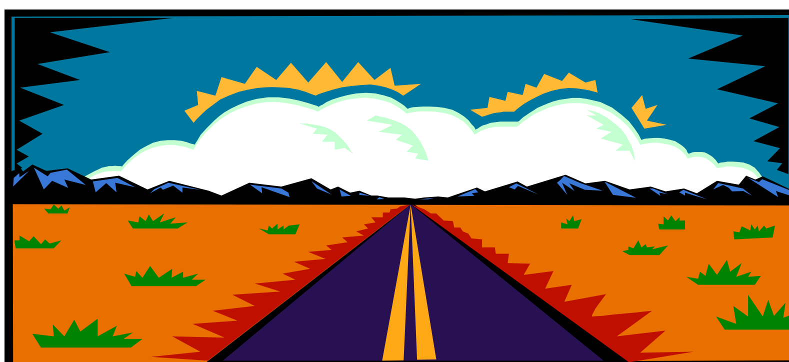
ROYAUME DU MAROC
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEES NEUVES





DIRECTION DES ROUTES ET
DE LA CIRCULATION ROUTIERE

ROYAUME DU MAROC
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT

DIRECTION DES ROUTES ET
DE LA CIRCULATION ROUTIERE

CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEES NEUVES

EDITION 1995

SOMMAIRE

INTRODUCTION

La révision proposée du premier catalogue des structures de chaussée neuve édité en 1977, indique que les objectifs fixés à ce même catalogue dans son introduction ont été en partie réalisés.

Il y était souligné l'importance à accorder à l'étude expérimentale de certains paramètres techniques :

- Le type de structure ;
- Le dimensionnement relatif des couches ;
- La qualité des matériaux constitutifs ;
- Les aménagements annexes et les protections vis-à-vis de risques spécifiques.

C'est bien parce que de nombreux progrès ont été effectués dans ces différents domaines qu'une nouvelle édition du catalogue paraît utile et nécessaire.

On peut citer :

¤ Au niveau du trafic

L'analyse fine du trafic qui permet de connaître l'agressivité réelle des véhicules, a permis de dégager l'idée principale que, pour le dimensionnement des chaussées, la prise en compte des poids lourds de poids total en charge supérieur à 8 T est l'entrée la plus représentative de l'agressivité du trafic.

¤ Au niveau du type de structure

Il est apparu que les structures souples sous faible trafic, avaient une durée de vie souvent très longue et que par ailleurs il était souhaitable de diversifier les techniques de structure.

C'est pourquoi on a proposé dans ce catalogue :

- Des durées de vie longues pour les chaussées granulaires sous faible trafic ;
- Des techniques nouvelles telle que :
  - Enrobés coulés à froid ;
  - Enrobé à froid ;
  - Grave émulsion ;
  - Grave traitée au ciment.
- Des structures rigides en béton de ciment

◘ Au niveau des matériaux constitutifs

Il est apparu que certaines spécifications s'avéraient peu adaptées aux conditions locales et par ailleurs ne permettaient pas d'utiliser avec profit toutes les ressources locales, c'est pourquoi il est proposé :

- des matériaux granulaires pour couche de base à faible trafic type GNC – GND et GVC ;
- une division du matériau GNF en GNF1 – GNF2 – GNF3 ;
- des graves bitumes pour couche de fondation.

Dans le même esprit, certaines spécifications ont été modifiées pour tenir compte des progrès dans les techniques de laboratoire, notamment en ce qui concerne la propreté des matériaux (équivalent de sable sur matériau 0/2 à 10% de fines, mesure de la valeur au bleu) et la dureté de sables (friabilité), etc.…

◘ Au niveau des aménagements annexes

Dans ce domaine, une évolution a paru nécessaire concernant notamment :

- la prise en compte de couche de forme pour l'amélioration de la portance des sols en fonction des terrassements ;
- les profils en travers pour construction de surlargeur des couches d'assises ;
- les équipements de drainage interne.

Enfin, cette nouvelle édition du catalogue reste aussi évolutive, puisqu'elle permet l'introduction de nouvelles fiches pour de nouvelles techniques de chaussées.

PARTIE I

CATALOGUE DES STRUCTURES

I - TRAFIC

Le trafic est exprimé en nombre moyen journalier de poids lourds de plus de 8 tonnes en charge sur les deux sens de circulation.

Il est réparti en six classes :

Nbre. Journalier de PL > 8T	**0 à 5**	**5 à 50**	**50 à 125**	**125 à 250**	**250 à 325**	**325 à 450**
Classe	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6

Pour son utilisation dans le catalogue, certaines hypothèses ont été utilisées concernant :

- la largeur de la chaussée ;
- l'agressivité du trafic ;
- le taux d'accroissement des poids lourds ;
- le type de structure (souple et semi-rigide ou rigide).

Elles sont présentées dans l'**annexe n°1**.

Dans le cas où des données de trafic s'éloigneraient de ces hypothèses, on peut calculer le trafic cumulé en essieu équivalent de 13 T prévu par sens sur la période choisie et le comparer à celui présenté dans le tableau ci-joint (limite supérieure de trafic cumulé indiqué dans chaque classe).

Structure	**Durée de vie**	**TPL 1**	**TPL 2**	**TPL 3**	**TPL 4**	**TPL 5**	**TPL 6**
Souple ou semi rigide	Courte	$8,8.10^3$	$4,5.10^4$	$1,4.10^5$	$3,8.10^5$	$5,7.10^5$	1.10^6
	Longue	$2,2.10^4$	$1,1.10^5$	$3,5.10^5$	$9,5.10^5$	$1,4.10^6$	$2,5.10^6$
Rigide	Longue	4.10^4	$2,7.10^5$	$6,1.10^5$	$1,6.10^6$	$2,3.10^6$	$3,7.10^6$

II – ENVIRONNEMENT

II.1 – Environnement climatique

Quatre zones sont considérées en fonction de la précipitation annuelle moyenne exprimée en mm et déterminée sur une période de récurrence longue (30 ans environ).

Code	**Dénomination**	**Précipitation (mm/an)**
H	Humide	600
h	Semi humide	250 à 600
a	Aride	50 à 250
d	Désertique	< 50

Elles sont délimitées schématiquement dans la carte jointe en **annexe n°2** .

II.2 – Environnement géotechnique

Deux zones sont considérées :

Zone I : où les problèmes de stabilité de plate-forme sont réglés ou ponctuels ;

Zone II : où les problèmes de stabilité de plate-forme ne permettent pas d'assurer un comportement sans risque majeur de structure de chaussée (fissuration, affaissement, etc…), c'est le cas des instabilités de versant et de remblai sur sol compressible.

III – SOLS – TERRASSEMENTS ET PLATE-FORME

III.1 – Classification des sols

La classification des sols utilisée est le classement RTR, définissant :

- les classes A, B, C, D pour les sols ;
- la classe R pour les matériaux d'origine rocheuse ;
- la classe F pour les sols organiques et sous-produits industriels.

Elle est complétée par l'introduction :

- des sols tirseux TxA3 et TxA4 ;
- des sols tuffacés faiblement carbonatés Tf ou fortement carbonatés Tc.

Ces classifications sont détaillées en **annexe 3**.

III.2 – Terrassements

Pour les terrassements et les problèmes de réutilisation des sols, on se réferera au CPC et au guide technique (référence 1).

III.3 – Plate-forme

Pour la détermination des classes de plat-forme support de chaussée, voir le chapitre IV, ci-après.

IV – PORTANCE DES PLATE-FORMES – SUPPORT DE CHAUSSEE

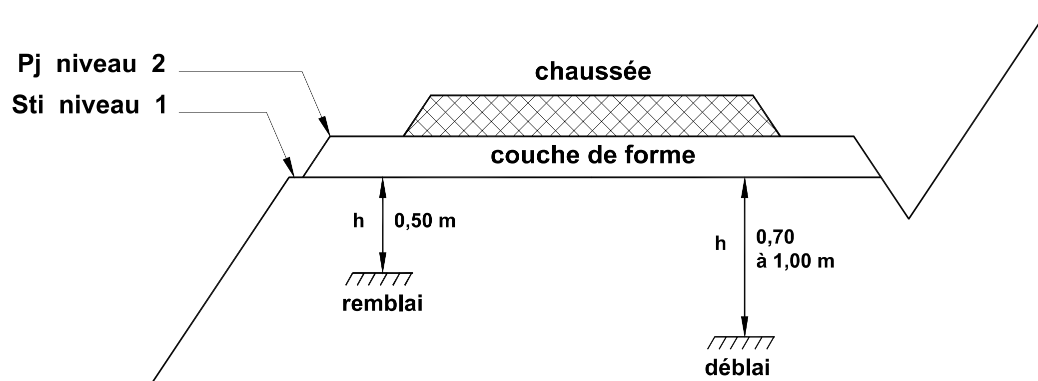
IV.1 – Définition

a) Portance à long terme

C'est la portance à long terme qui est prise en compte pour le dimensionnement d'une structure de chaussée neuve.
Elle est définie :

<u>Au niveau 1</u> : partie supérieure des terrassements ;

<u>Au niveau 2</u> : au sommet de la couche de forme.



b) Niveau 1 : portance Sti

La portance à long terme Sti au niveau 1 est estimée à partir de la connaissance des sols, sur une hauteur h (0.50 m en remblai – 0.70 à 1.00 m en déblai) et en fonction des conditions de drainage et d'environnement.

c) Niveau 2 : portance Pj

La portance Pj à long terme au niveau 2 est estimée à partir de la portance au niveau 1 (Sti) et de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme .

IV.2 – Portance niveau 1 – détermination du paramètre Sti

La portance Sti au niveau 1 est définie :

- soit à partir du projet de terrassement ;
- soit par évaluation géotechnique en cours de travaux.

A l'aide du **tableau n°2** en prenant en compte les trois paramètres suivants :

- l'environnement climatique (zones H, h, a, d), voir **annexe 2** ;
- les conditions de drainage (profondeur de nappe et dispositifs de drainage existant et à adopter), voir **chapitre IV.3** ci-après ;
- la catégorie de sols (I – II – III – IV et V) définie dans le **tableau n°1**.

Tableau n°1

Catégorie de sol N°	Catégorie de sol Désignation	Description	Classification R.T.R
I	Sols très sensibles à l'eau	Dont la consistance varie très rapidement en présence d'eau	A1, A2, A3, A4, TfAi
II	Moyennement à faiblement sensibles à l'eau	Dont la connaissance varie plus lentement en présence d'eau	B2, B4, B5, B6, C1Ai, C1B5, C1B6, C2Ai, C2B5, C2B6, TcAi, TfBi, TcB6
III	Non sensibles à l'eau	Dont les éléments fins sont insensibles à l'eau	B1, D1, TcB1, TcB2, TcB4, TcB5, D2, B3, TcB3
IV	Grossiers ou graveleux	Dont les éléments fins sont peu à non argileux ou en proportion très réduite	D3, C1B1, C1B2, C1B3, C1B4, C2B1, C2B2, C2B3, C2B4.
V	Sols volumétriquement instables	Sols tirseux qui présentent de très forts retraits (fissuration) lorsque la teneur en eau diminue).	TxA3, TxA4

La classification de point de vue sensibilité à l'eau est à affirmer par un essai CBR in-situ à 4j dans les zones H et h.

Tableau n°2

<table>
<tr><th colspan="2"></th><th>Zone inondable ou nappe proche (< à 1m)</th><th colspan="5">Hors zone inondable ou nappe profonde (>à 1m)</th></tr>
<tr><th colspan="2">Environnement climatique</th><th>H, h, a, d</th><th colspan="2">H et h</th><th colspan="2">a</th><th>d</th></tr>
<tr><th colspan="2">Dispositifs de drainage</th><th></th><th>Type 2</th><th>Type 1</th><th>Type 2</th><th>Type 1</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="5">Sols</td><td>I</td><td>St0</td><td>St0</td><td>St1 (D)
St2 (R)</td><td>St1</td><td>St2
(1)
St3</td><td>St3</td></tr>
<tr><td>II</td><td>St1</td><td>St1</td><td>St2</td><td>St2</td><td>St3</td><td>St3</td></tr>
<tr><td>III</td><td>St2</td><td>St2</td><td colspan="4" rowspan="2">St3 à St4 (2)</td></tr>
<tr><td>IV</td><td>St2 ou plus (2)</td><td></td></tr>
<tr><td>V</td><td colspan="6">Voir chapitre IV.6– page 12</td></tr>
</table>

NB : Le tableau 2 est donné à titre indicatif, le choix de portance se fera essentiellement à partir du CBR (Voir annexe n°4).

(1) Le choix St2 ou St3 se fait à partir de l'étude CBR avant immersion (voir **annexe n°4**) ;
(2) Le choix se fait par essai de déformabilité (voir **annexe n°4**) ;
(D) Déblai ;
(R) Remblai.

IV.3 Dispositifs de drainage

Les dispositifs de drainage sont :

Du type 1 :

a) S'ils assurent un rabattement de nappe permanent à -1.00 m sous le niveau 1.
b) Si les eaux de ruissellement collectées dans les fossés ne peuvent atteindre en aucun cas les sols de niveau 1.
c) Si l'étanchéité de la chaussée et des accotements est assurée et maintenue.

Ou c') Si le cas échéant, la conception du profil en travers prévoit le drainage rapide et sans obstacle de toutes les eaux qui ont pu pénétrer à travers la chaussée et les accotements sans risque d'imbibition des sols rencontrés en partie supérieure du niveau 1.

Sont déclarés du **type 2** les dispositifs de drainage qui ne répondraient pas aux trois points a, b, c et c' ci-dessus.

L'évaluation du dispositif prend en compte les zones climatiques, en particulier le jugement d'efficacité du dispositif est d'autant plus sévère que la zone climatique est humide.

L'ensemble de ces dispositifs est précisé dans le guide sur le drainage des chaussées.

IV.4 – Portance au niveau 2 – détermination du paramètre Pj

a) En l'absence de couche de forme

L'indice j de la plate-forme est égal à l'indice i de la partie supérieure des terrassements :

$$Pj = Pi = Sti$$

Où i est l'indice de la classe de sol déterminée en **IV.2** .

b) Présence d'une couche de forme

- La détermination de la portance Pj dépend :
  - de la nature de la couche de forme ;
  - de son épaisseur ;
  - de la portance initiale au niveau 1 (Sti)

- Les matériaux pour couche de forme sont (voir **annexe 5**) :
  - F2 pour trafic TPL1 à TPL3 ;
  - F1 et MT pour trafic TPL4 à TPL6

- Sur St0 et St1 les dix (10) premiers centimètres « au moins » doivent respecter la règle des filtres (sols classés AC).

Trafic	Nature des matériaux	Classe Sti	Epaisseur couche de forme	Pj
TPL1 – TPL2– TPL3	F2	St0	10 AC+ 30 F2 = 40 cm	P1
		St1	10 AC + 20 F2 = 30 cm	P2
		Sti (i >1)	+ 30 cm F2	Pi + 1
TPL4 à TPL6	F1	St0	10 AC + 40 cm F1	P2
		St1	10 AC + 25 cm F1	P2
		Sti (i >1)	+ 40 cm F1	Pi + 1
	MT	St0	40 cm	P2
		St1	25 cm	P2
		St1	+ 50 cm	P3

IV.5 – Choix de la portance à long terme

Au niveau du projet ou/et au niveau de la vérification de portance finale à long terme sur chantier, il est recommandé d'atteindre les portances Pj minimales suivantes :

Type de structure	Trafic	Portance Pj minimale
Souple	TPL1 à TPL3	P1
	TPL4 à TPL6	P2
Semi-rigide	TP3 à TPL4	P3
	TPL5 à TPL6	P2
Rigide	Tous trafics	P1

Le tableau ci-dessus montre que la portance P0 est exclue dans tous les cas de figures, ce qui implique qu'en cas de classe St0 au niveau 1, il est impératif de concevoir une couche de forme pour passer à la portance minimale P1.

IV.6 – Cas des sols tirseux : (catégorie V)

Pour les sols tirseux (TxA3 – TxA4), 2 cas se présentent :

1) L'épaisseur de sol tirseux est faible et une purge de 50 cm au maximum permet d'atteindre un sol d'une autre catégorie (très souvent des sols tufacés). Dans ce cas, la portance est définie comme exposé ci-avant ;

2) L'épaisseur du sol tirseux est importante, on doit alors procéder sur toute la largeur de la plate-forme :

- soit à une stabilisation sur 40 cm à la chaux du sol en place ;

- soit à la mise en œuvre d'une couche sus-jacente :
    - de 40 cm de matériaux F2 pour trafic TPL1 à TPL3 ;
    - de 60 cm (30 cm F1 + 30 cm F2) pour trafic TPL4 à TPL6

Dans ces cas, le niveau de plate-forme atteint sera de P2.

V – DIMENSIONNEMENT DE STRUCTURES

V.1 – Durée de vie

a) Zone I : Zone stable

◘ Pour les chaussées à faible trafic, la donnée trafic est souvent mal maîtrisée, par contre les risques pris ont des conséquences moindres, on a donc intérêt à viser des durées de vie longues.

◘ Pour les chaussées à fort trafic, les risques calculés devront être moindres, la durée de vie prise en compte sera plus courte.

◘ Les chaussées rigides et semi rigides :

- offrent pour une légère surépaisseur une durée de vie fortement augmentée ;
- entraînent un entretien onéreux et lourd dès que nécessaire.

C'est pourquoi, il est conseillé d'adopter une durée de vie longue pour ces structures. Cependant, dans les cas des chaussées semi-rigides, une solution de structure à durée de vie courte est présentée en option.

b) Zone II : Zone instable

Compte tenu des conséquences des instabilités sur les structures, il est conseillé :

- de prévoir des structures qui s'adaptent aux déformations prévisibles du terrain ;
- d'éviter les structures rigides et semi-rigides ;
- de prévoir une durée de vie courte ;
- de prévoir des techniques permettant une réutilisation des matériaux constitutifs du corps de chaussée.

V.2 – Techniques de chaussées

Les techniques de chaussée font appel à des matériaux pour corps de chaussée décrits en **annexe n°6** et dont l'utilisation est définie dans les paragraphes suivants :

a) **Couche de roulement**

	Zone I						Zone II
Trafic	**TPL1**	**TPL2**	**TPL3**	**TPL4**	**TPL5**	**TPL6**	**Tous trafics**
RS						///////////	
ECF	/////////				//////////	///////////	
EB ou mEB	/////////	/////////	///////////				/////////////

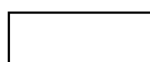
b) **Couche de base**

		Zone I						Zone II
Trafic		**TPL1**	**TPL2**	**TPL3**	**TPL4**	**TPL5**	**TPL6**	
Grave non traitée								
GN	Pierre cassée			///////	/////////	/////////	//////////	Idem
	GND		exper	////////	/////////	/////////	//////////	Idem
	GNC			exper	/////////	/////////	/////////	Idem
	GNB				//////////	/////////	//////////	Tous trafics
	GNA					//////////	//////////	
	GNR						//////////	Idem
Graves stabilisées au ciment								
	GVC					//////////	/////////	//////////////
	GAC2						//////////	///////////////
	GAC1							////////////////
Graves stabilisées au bitume								
	GE						/////////	Tous trafics
	GBB							Structure non prévue
Béton de ciment								
	BC							Structure non prévue

c) **Couche de Fondation**

Trafic	Zone I						Zone II
	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	
Grave non traitée							
Blocage (sous P.C)			//////	////////	////////	/////////	Idem
GNf3			///////	////////	////////	/////////	Idem
GNf2					////////	////////	Idem
GNf1							Tous trafics
Grave traitée							
GBF (sous GBB)							Structure non prévue
GAC2 (sous BC)							
Graves drainante							
GD							
Béton maigre							
Bm (sous BC)							

Légende :


Matériau utilisable



Matériau inutilisable en raison de ses caractéristiques insuffisantes.



Matériau normalement inutilisable mais pour lequel une expérimentation mérite d'être tentée en vue d'un sur classement ultérieur.


Matériau utilisable mais de caractéristiques nettement plus performantes que nécessaire, donc généralement anti-économique.

V.3 – Structures de chaussées

Le tableau ci-après permet selon la zone I ou II (stable ou non stable) de lister toutes les structures utilisables pour un trafic donné.

Il précise de plus le type de structure (souple, semi-rigide ou rigide) tout en indiquant la nature des matériaux de revêtement, couche de base et de fondation de chacune de ces structures, repérée par un numéro de fiche.

	Structures				Fiche n°	Trafic TPL					
Zone	**Type**	**Revêtement**	**Couche de base**	**Couche de fondation**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
I	Souple	RS ou ECF	GN/GNC	GNf ou GVC	1						////
			P.C	Blocage	1			////	////	////	////
		ECF/EF	GNB	GNF1-2	1	////			////	////	////
		RS (ECF) ou EB/mEB	GE	GNf ou GVC	2	////					////
		RS (ECF) EB/mEB	GBB	GNf	3	////	////	////			
			GBB	GBf		////	////	////	////	////	////
	Semi-rigide	RS/ECF ou EB	GAC1.2	Eventuellement GAC1.2	4	////	////				
	Rigide		BC	Bm ou GAC1.2 ou néant	5						
II	Souple	RS/ECF	GN	GNf	6						
		RS/ECF	GE	GNf	7	////	////	////			

///// Structure non utilisée pour ce trafic

A signaler qu'il est proposé à titre expérimental au niveau des **fiches n°1** et **n°6** d'utiliser de la GVC en TPL3 et TPL4, respectivement pour favoriser l'utilisation des matériaux locaux hors norme.

VI – ENTRETIEN – RENFORCEMENT

VI.1 – Stratégie d'entretien – renforcement

Il est difficile de prévoir dès la construction les opérations d'entretien et de renforcement qui seront nécessaires durant la durée de vie de la chaussée.
Les outils d'aide à la gestion type HDM appuyés sur des corrélations entre issus d'expérience locale, permettent seuls avec un des chaussées de programmer efficacement de telles interventions.
Cependant dans un souci d'évaluation économique du projet, on peut élaborer un scénario probable de ces opérations.

VI.2 – Scénarios d'entretien – renforcement

Les scénarios d'entretien – renforcement sont de deux types :

Type 1 : Entretien simple des caractéristiques de surface avec des réparations ponctuelles puis un renforcement en fin de durée de vie.

Type 2 : Entretien structurant à chaque opération ne conduisant pas à un renforcement, sauf modification importante des conditions de trafic.

◘ Le type 1 est le plus approprié pour les chaussées à trafic faible ou moyen où l'on repousse le plus tard possible les investissements conséquents ainsi que pour les structures de zone II.

◘ Le type 2 paraît le plus souhaitable pour les forts trafics.

Structure	Durée de vie	Type 1	Type 2
RS / matériau non traité	Longue	1 à 2 entretiens de surface sur 20 ans	1 renforcement vers 10 à 15 ans
RS / GE	Courte	Renforcement en fin de vie (10 à 15 ans)	1 tapie EB vers 6 à 8 ans
RS ou EB / GBB	Courte	Renforcement en fin de vie (10 à 15 ans) (GBB + EB) ou EB (7 à 10 ans)	1 tapie EB vers 6 à 8 ans
RS (EB) Grave ciment	Courte	Scellement fissures + RS (tous les 3 à 8 ans) + renforcement EB	Sans objet
	Longue	Scellement fissures + RS (tous les 5 à 8 ans) + renforcement EB	GBB+EB au bout de 15 à 25 ans
Béton de ciment	Longue	Scellement fissures + réparation dalles puis restructuration (20 à 30 ans)	Sans objet

VII – PROFILS EN TRAVERS TYPES

VII.1 – Principes

Les principes qui ont guidé l'élaboration des profils en travers types sont exposés en **annexe n°7** et concernent :

- les surlargeurs de couche de chaussée ;
- les talus des couches de chaussée ;
- les pentes transversales de plate-forme ;
- les encaissements ;
- les parties revêtues d'accotement.

VII.2 – Profils en travers types proposés

Les profils en travers proposés sont fonction :

- de la structure ;
- du trafic ;
- du climat ;
- du sol.

Ils sont repérés par des numéros, le premier numéro fait référence au type de structure (numéro des tableaux du chapitre IV).

Ils sont schématisés dans la **partie II** du présent document.

Fiche	Plate-forme	Trafic TPL 1	2	3	4	5	6	Page n°
1	P1	1–1 1–9	1–12 1–1 1–9	1–1 1–12				**30** **31** **32** **33**
	P2	1–2 1–10	1–12 1–2 1–10	1–2 1–12	1–6 ou 1–7			
	P3	1–2 1–11 1–3	1–2 1–11 1–13	1–2 1–12				
	P4	1–4 1–11	1–11 1–13 1–3	1–2 1–12 1–5	1–8			
2	P1		2–1					**34**
	P2		2–2		2–3			
	P3							
	P4							
3	P1							**35** **36**
	P2				3–1	3–2		
	P3					3–3	3–4	
	P4							
4	P1							**37**
	P2					4–3	4–4	
	P3			4–1	4–2	4–3		
	P4							
5	P1 – P2	5–1		5–2 (a)	5–1	5–2 (a) 5–3	5–2 (b)	**38**
	P3 – P4					5–2 (a) (b)	5–1 5–2 (b) 5–3	**39**
6	P1 – P2	1–10 6–1				6–1		**40**
	P3 – P4	1–11 6–2			6–1 6–2	6–2		**40**
7					2–2			**34**

Référence :

(1) Guide technique SETRA – LCPC
Réalisation des remblais et couche de forme/édition 1992.

Fiche n°1 : Couche de base en matériau non lié (1/2)

	P 1	P 2	Durée de vie
TPL 1	RS / 15 GND / 25 f3 — RS / 15 GNC / 20 f2 — RS / 15 GVC / 20 f2 — RS / 7 PC / 15 BL 10 AC (1)	RS / 15 GND / 20 f3 — RS / 15 GNC / 20 f2 — RS / 15 GVC / 20 f2 — RS / 7 PC / 15 BL	LONGUE
TPL 2	GVC expérimental RS / 20 GNC / 25 f3 — RS / 20 GNB / 20 f2 — RS / 20 GVC / 25 f3 — RS / 20 GVC / 20 f2 — RS / 12 PC / 20 BL 10 AC (1) ECF / 4 EF / 15 GNB / 20 f2	GVC expérimental RS / 20 GNC / 20 f3 — RS / 20 GVC / 20 f3 — RS / 15 GVC / 20 f2 — RS / 15 GNB / 20 f2 — RS / 12 PC / 20 BL — ECF / EF / 15 GNB / 15 f2	LONGUE
TPL 3	RS / 20 GNB / 30 f2 — RS / 20 GNA / 20 f1 10 AC (1) ECF / 4 EF / 20 GNB / 25 f1 RS / 20 GVC / 30 f2 — RS / 20 GVC / 20 f1 10 AC (1)	RS / 20 GNB / 25 f2 — RS / 20 GNB / 20 f2 / 10 AC(2) — RS / 20 GNA / 20 f1 — ECF / 4 EF / 20 GNB / 20 f1	LONGUE
TPL 4		RS / 20 GNA / 15 f1 / 20 f2	LONGUE
TPL 4		GVC expérimental RS / 20 GNA / 30 f1 — RS / 20 GVC / 30 f1	COURTE
TPL 5		RS/ECF(exp) / 20 GNR / 30 f1	COURTE

Légende

- —— : RS
- ▬▬ : ECF
- EF : EF
- GND : GND
- GNC : GNC
- GNB : GNB
- GNA : GNA
- GNR : GNR
- GVC : GVC
- f1 : GNF1
- f2 : GNF2
- f3 : GNF3
- PC : Pierre cassée
- BL : Blocage
- AC : Anti contaminante

(1) AC est à prévoire uniquement en l'absence d'une couche de forme
(2) AC + Structure sus-jacente sont à prévoire uniquement en l'absence d'une couche de forme

Fiche n°1 : Couche de base en matériau non lié (2/2)

	P 3	P 4	Durée de vie
TPL 1	RS / 25 GND ; RS / 20 GNC ; RS / 7 PC / 15 BL	RS / 15 GND ; RS / 15 GNC ; RS / 15 GVC ; RS / 7 PC / 15 BL	LONGUE
TPL 2	RS / 15 GNC / 25 f3 ; RS / 15 GNB / 20 f2 ; RS / 15 GVC / 25 f3 ; RS / 15 GVC / 20 f2 ; RS / 12 PC / 15 BL ; ECF / 4 EF / 20 GNB	RS / 15 GND / 15 f2 ou f3 ; RS / 15 GVC / 15 f2 ou f3 ; RS / 20 GNB ; RS / 7 PC / 15 BL ; ECF / 4 EF / 15 GNB	LONGUE
TPL 3	RS / 20 GVC / 20 f2 ; RS / 20 GNB / 20 f2 ; RS / 15 GNA / 20 f1 ; ECF / 4 EF / 15 GNB / 20 f1	RS / 15 GNB / 20 f2 ; RS / 15 GVC / 20 f2 ; RS / 25 GNA ; ECF / 4 EF / 20 GNB	LONGUE
TPL 4	RS / 20 GNA / 25 f1	RS / 30 GNA ; RS / 20 GNA / 15 f1	LONGUE
TPL 4	GVC expérimental : RS / 20 GNA / 20 f1 ; RS / 20 GVC / 20 f1	GVC expérimental : RS / 25 GNA ; RS / 25 GVC ; RS / 15 GNA / 15 f1 ; RS / 15 GVC / 15 f1	COURTE
TPL 5	RS/ECF(exp) / 20 GNR / 20 f1	RS/ECF(exp) / 25 GNR	COURTE

Légende

- ─── : RS
- ━━━ : ECF
- EF : EF
- GND : GND
- GNC : GNC
- GNB : GNB
- GNA : GNA
- GNR : GNR
- GVC : GVC
- f1 : GNF1
- f2 : GNF2
- f3 : GNF3
- PC : Pierre cassée
- BL : Blocage

Fiche n°2 : Couche de base en grave émulsion

	P 1	P 2	P 3	P 4	Durée de vie
TPL 2	RS/ECF 8 GE 20 f2 10 AC	RS/ECF 8 GE 15 f2 10 AC	RS/ECF 8 GE 15 f2	RS/ECF 8 GE 15 f2	
TPL 3	RS/ECF 10 GE 30 f2 RS/ECF 10 GE 25 f1	RS/ECF 10 GE 25 f2 10 AC RS/ECF 10 GE 20 f1 10 AC	RS/ECF 10 GE 20 f1-2	RS/ECF 10 GE 15 f1-2	Longue
TPL 4		6 EB 12 GE 25 f1 10 AC	6 EB 12 GE 20 f1	6 EB 12 GE 15 f1	Longue
TPL 4		RS/ECF 10 GE 25 f1 10 AC	RS/ECF 10 GE 20 f1	RS/ECF 10 GE 15 f1	Courte
TPL 5		6 EB 12 GE 25 f1 10 AC	6 EB 12 GE 20 f1	6 EB 12 GE 15 f1	Courte

Légende

- : RS
- : ECF
- f1 : GNF1
- f2 : GNF2
- f1-2 : GNF1 ou GNF2
- AC : Anti contaminante
- GE : GE
- EB : EB

Fiche n°3 : Couche de base en grave bitume GBB

	P 2	P 3	P 4	Durée de vie	Légendes
TPL 4	RS/ECF – 12 GBB – 30 f1 RS/ECF – 12 GBB – 15 f1 – 20 f2 5 EB – 8 GBB – 25 f1 5 EB – 8 GBB – 15 f1 – 15 f2	5 EB – 8 GBB – 15 f1 5 EB – 8 GBB – 20 f2 RS/ECF – 8 GBB – 15 f2 RS/ECF – 8 GBB – 15 f1	5 EB – 8 GBB – 15 f1-2 RS/ECF – 8 GBB – 15 f1-2	Courte	: RS : ECF EB : EB GBB : GBB GBF : GBF f1 : GNF1 f2 : GNF2 f1-2 : GNF1 ou GNF2
TPL 5	5 EB – 10 GBB – 20 f1 – 20 f2 5 EB – 12 GBB – 20 f1	5 EB – 8 GBB – 20 f1	5 EB – 8 GBB – 15 f1		*GBB 8 cm alors classe 0/14* *GBB 10 ou 12 cm alors classe 0/20 - 0/25*
TPL 6	6 EB – 10 GBB – 10 GBF 6 EB – 10 GBB – 20 f1 – 20 f1	6 EB – 8 GBB – 10 GBF 6 EB – 10 GBB – 30 f1	6 EB – 8 GBB – 10 GBF 6 EB – 10 GBB – 20 f1		*GNf1 ou GNf2 directement sous GBB alors classe 0/40 uniquement* *En TPL4 vérifier la viabilité économique de cette technique*

Fiche n°4 : Couche de base en grave ciment type 1 ou type 2 (voir fiche matériaux n°9)

	Durée de vie courte			Durée de vie longue			Catégorie de matériaux
	P 2	P 3	P 4	P 2	P 3	P 4	
TPL 3		RS/ECF 20 GAC1 ou RS/ECF 23 GAC2	RS/ECF 18 GAC1 ou RS/ECF 20 GAC2		RS/ECF 24 GAC1 ou RS/ECF 28 GAC2	RS/ECF 22 GAC1 ou RS/ECF 25 GAC2	M2
TPL 4		RS/ECF 23 GAC1 ou RS/ECF 27 GAC2	RS/ECF 21 GAC1 ou RS/ECF 23 GAC2		RS/ECF 27 GAC1 ou RS/ECF 20 GAC2 / 15 GAC2	RS/ECF 25 GAC1 ou RS/ECF 28 GAC2	M2
TPL 5	RS/ECF 15 GAC1 / 15 GAC1 ou RS/ECF 18 GAC2 / 18 GAC2	RS/ECF 25 GAC1 ou RS/ECF 18 GAC2 / 15 GAC2	RS/ECF 23 GAC1 ou RS/ECF 15 GAC2 / 15 GAC2	RS/ECF 17 GAC1 / 17 GAC1 ou RS/ECF 23 GAC2 / 20 GAC2	RS/ECF 15 GAC1 / 15 GAC1 ou RS/ECF 20 GAC2 / 17 GAC2	RS/ECF 27 GAC1 ou RS/ECF 18 GAC2 / 17 GAC2	M1
TPL 6				6 EB / 20 GAC1 / 20 GAC1	6 EB / 18 GAC1 / 18 GAC1	6 EB / 15 GAC1 / 15 GAC1	M1

Légendes

- (trait fin) : RS
- (trait épais) : ECF
- EB : EB
- GAC1 : GAC1
- GAC2 : GAC2

Fiche n°5 : Béton de ciment

Zone climatique	Humide et semi humide (H-h)		Aride (a)	Désertique (d)		Présence de goujon (zone climatique)	Longueur de dalles
Plate forme	P1-P2	P3-P4	Pi	P1-P2	P3-P4		
TPL1-TPL2	18 BC	16 BC	Idem H-h et d selon Pi	18 BC	16 BC	Non	4 m
TPL3	18 BC 20 GD 10 AC	18 BC	Voir zone d selon Pi	20 BC	18 BC	Non	4 m
TPL 4	22 BC 20 GD 10 AC	20 BC 20 GD	Voir zone H-h selon Pi	22 BC	20 BC	Oui (H, h, a) Non (d)	5 m
TPL 5	23 BC 15 GAC2 ; 23 BC 12 Bm	22 BC 20 GD	Voir zone H-h selon Pi	23 BC 20 GD	22 BC 20 GD	Oui (H, h, a) Non (d)	5 m
TPL 6	23 BC 15 GAC2 ; 23 BC 12 Bm	23 BC 20 GD	Voir zone H-h selon Pi	23 BC 20 GD ; 23 BC 15 GAC2 ; 23 BC 12 Bm	23 BC ; 23 BC 15 GAC2 ; 23 BC 12 Bm	Oui (H, h, a) Non si fondation en Bm ou GAC2 Oui dans autres cas	5 m

Légende

- BC : Béton de ciment
- Bm : Béton maigre
- GD : Grave drainante
- AC : Couche anticontaminante
- GAC2 : GAC2

ZONE II : ZONE INSTABLE

	Fiche n° 6		Fiche n° 7	
	Couche de base en grave non traitée		Grave émulsion	
	P 1 - P 2	P 3 - P 4	P1 - P2	P3 - P4
TPL1 - TPL2	RS / 15 GND / 25 f3 ; RS / 15 GNC / 20 f2 ; RS / 15 GNB / 20 f2 ; RS / 15 GVC / 20 f2 ; RS / 7 PC / 15 BL ; 10 AC (1)	RS / 15 GND ; RS / 15 GNC ; RS / 15 GVC ; RS / 7 PC / 15 BL		
TPL 3	RS / 20 GNC / 20 f2 ; RS / 20 GNB / 20 f2 ; RS / 20 GVC / 20 f2 ; 10 AC (1)	RS / 20 GNC ; RS / 20 GNB ; RS / 20 GVC		
TPL 4	RS / 20 GNB / 25 f2 ; RS / 20 GNA / 20 f1 ; RS / 20 GVC / 20 f1 ; 10 AC (1) ; GVC expérimental	RS / 20 GNA ; RS / 15 GNA / 15 f1 ; RS / 15 GVC / 15 f1 ; GVC expérimental	RS/ECF / 8 GE / 20 f1 / 10 AC(1)	RS/ECF / 8 GE / 15 f1
TPL 5	RS/ECF / 20 GNR / 20 f1 / 10 AC	RS/ECF / 25 GNR	RS/ECF / 10 GE / 20 f1 / 10 AC(1)	RS/ECF / 10 GE / 15 f1
TPL 6	RS/ECF / 20 GNR / 25 f1 / 10 AC	RS/ECF / 25 GNR	RS/ECF / 12 GE / 30 f1 / 10 AC(1)	RS/ECF / 12 GE / 20 f1

Légende

- : RS
- : ECF
- GND : GND
- GNC : GNC
- GNB : GNB
- GNA : GNA
- GNR : GNR
- GVC : GVC
- f1 : GNF1
- f2 : GNF2
- f3 : GNF3
- PC : Pierre cassée
- BL : Blocage
- AC : Anti contaminante
- GE : GE

(1) AC est à prévoire uniquement en l'absence d'une couche de forme

VIII – EXEMPLE D'UTILISATION DU CATALOGUE

1. Données recueillies lors de l'évaluation du projet

Trafic : Nombre de poids lourds de 8 T : 47 équilibré entre les deux sens avec un taux de croissance normal pour une chaussée de 6 m de large – classe de trafic TPL2.

Sol : Les sondages font ressortir une succession de sols de type limon – argileux en surface classé en A2 et tuf riche en carbonate classé en TcA.

Zone climatique : semi-humide h (400 mm de pluie en moyenne).

Environnement : Le tracé est généralement hors zone inondable.

2. Donnée du projet

Le niveau du projet ne permet pas de respecter des dispositifs de drainages internes très performants (type 2).

La portance au niveau 1 est alors de :

- St0 pour les sols A2 ;
- St1 pour les sols TcA.

On prévoit en conséquence de :

- purger sur 30 cm les sols A2
- et mettre en place sur les 50 cm supérieurs de remblai des sols du type TcA.

On alors au niveau 1 une portance de classe St1.

3. Choix de solution

Deux options sont possibles :

a) Sans couche de forme

On a une plate–forme Pj = St1 = P1

Les structures possibles sont :

Fiche 1

a) sur 10 cm AC éventuellement

	25 GNf3 + 20 GNC +RS	(Profil 1 – 1)
Ou	20 GNf2 + 20 GNB + RS	(Profil 1 – 1)
Ou	25 GNf3 + 20 GVC + RS	(Profil 1 – 1)
Ou	20 GNf2 + 20 GVC +RS	(Profil 1 – 1)
Ou	20 blocage + 12 pierre cassée + RS	(Profil 1 – 1)

b) 20 GNf2 + 15 GNB + 4 EF et ECF (Profil 1 – 12)

Fiche 2 (profil 2 – 1)

10 AC + 20 GNf2 + 8 GE (grave émulsion) + RS ou ECF

Fiche 3

Structure ne convenant pas.

Fiche 4

Idem.

Fiche 5 (profil 5 – 1)

18 cm de béton de ciment en dalles de 4 m de long sans goujon – largeur 6 m avec joint longitudinal de construction à rainure et languette ou (et) barres de liaison.

b) Une couche de forme est possible

Avec un matériau type F2 (éventuellement le sol TcA peut fournir ce matériau si le CBR est > 10, après 4 jours d'immersion), on a alors avec :

30 cm de sol F2 une plate-forme P2

et on aboutit aux structures suivantes :

Fiche 1

La couche anti-contaminante n'est plus nécessaire.

20 GNf3 + 20 GNC ou 20 GVC + RS	(profil 1 –2)
20 GNf2 + 15 GNB ou 15 GVC + RS	(profil 1 –2)
20 blocage + 12 pierre cassé + RS	(profil 1-11)
15 GNf2 + 15 GNB + 4 EF + ECF	(profil 1 -12)

Fiche 2

Sans couche anti-contaminante.

15 GNf2 + 8 GE + RS ou ECF (profil 2-2)

Fiche 3 et 4

Non utilisables.

Fiche 5

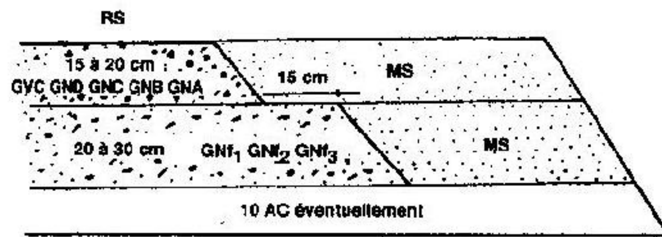
La structure serait la même sans couche de forme 18 BC.

L'apport de la couche de forme ne se justifie donc pas.

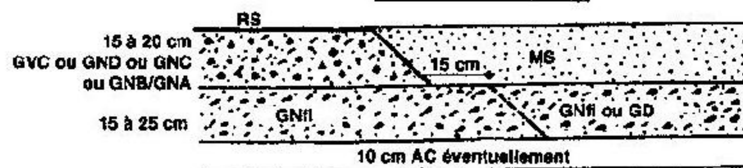
PARTIE II

PROFILS
EN TRAVERS TYPE

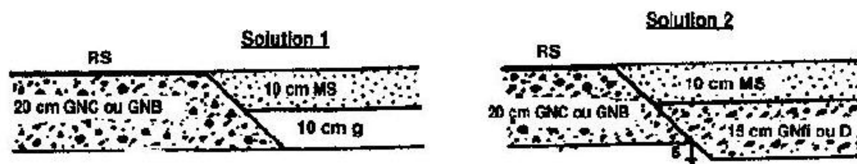
Profil n°1-1



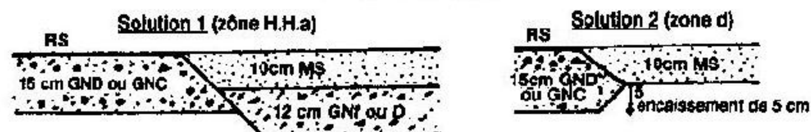
Profil n°1-2



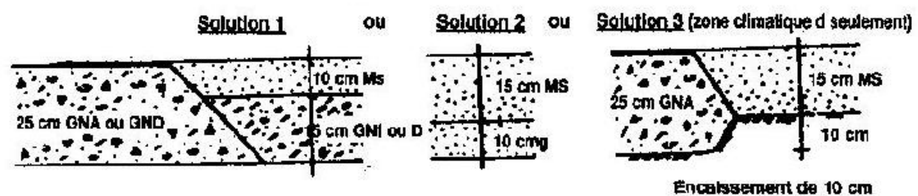
Profil n°1-3



Profil n°1-4

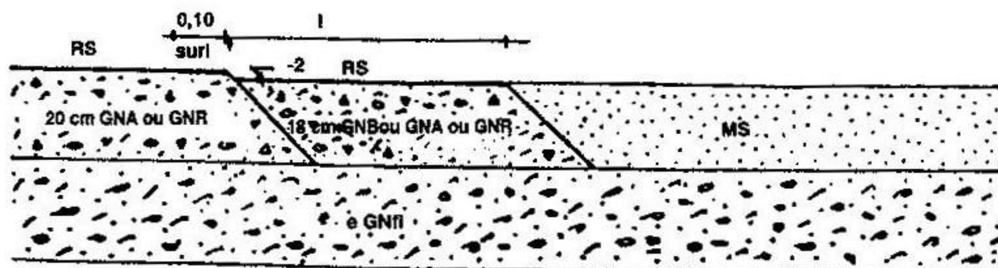


Profil n°1-5



Profil n°1-6

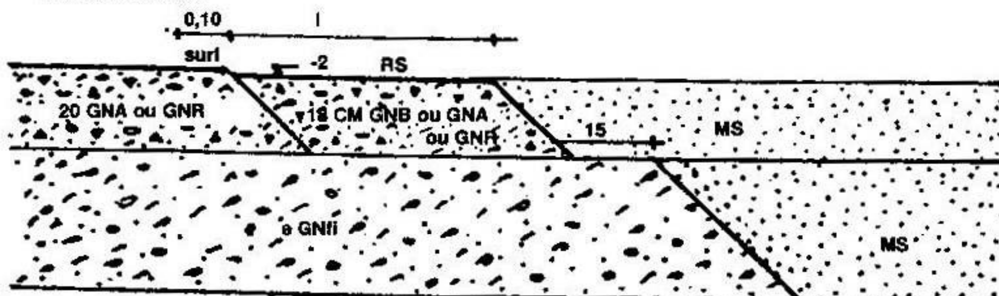
<u>Variante 1</u> zone climatique H.h



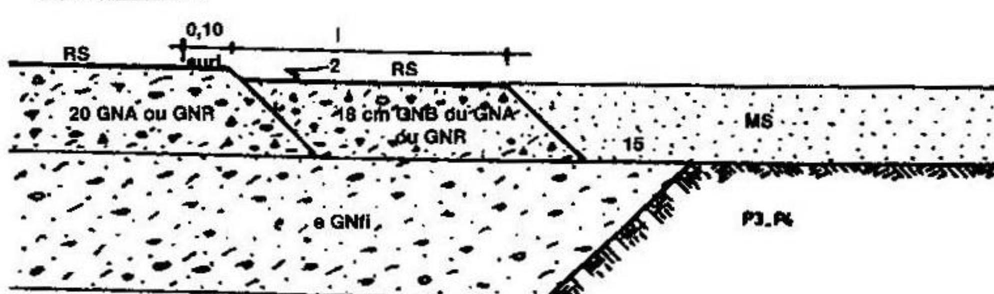
Profil n°1-7

<u>Variante : 2</u> zone climatique a.d

2a : décaissement



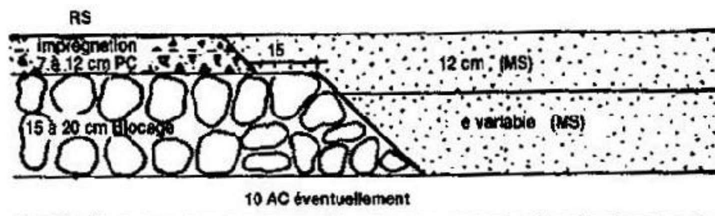
<u>2b : encaissement</u>



Profil n°1-8



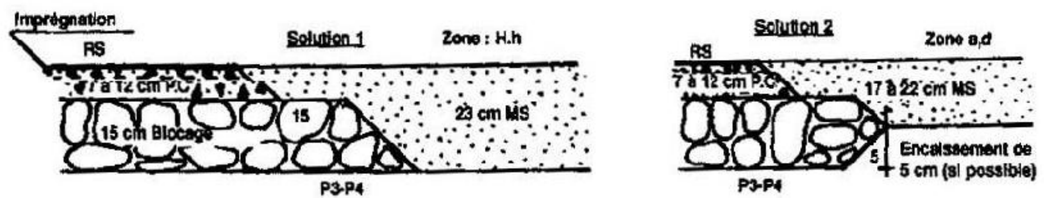
Profil n°1-9



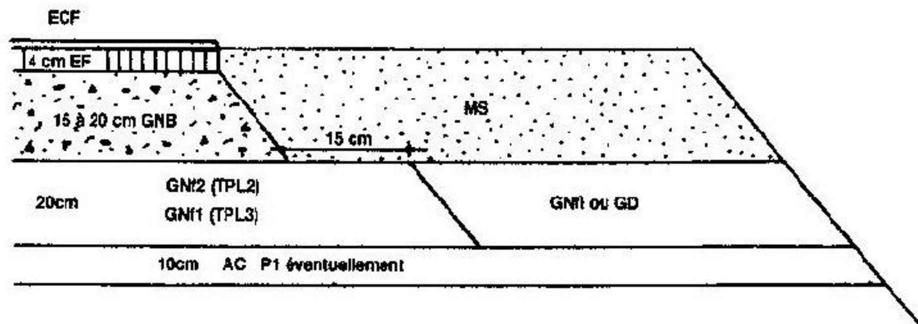
Profil n°1-10



Profil n°1-11

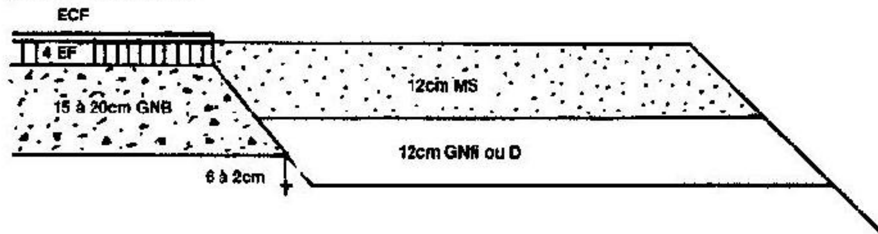


Profil n°1-12

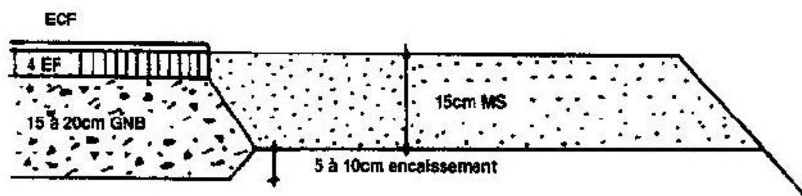


Profil n°1-13

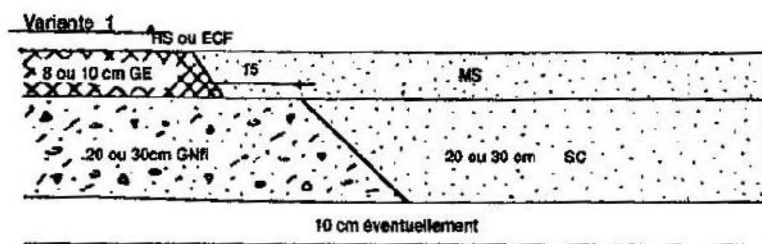
a) solution 1 : zone H.h.a



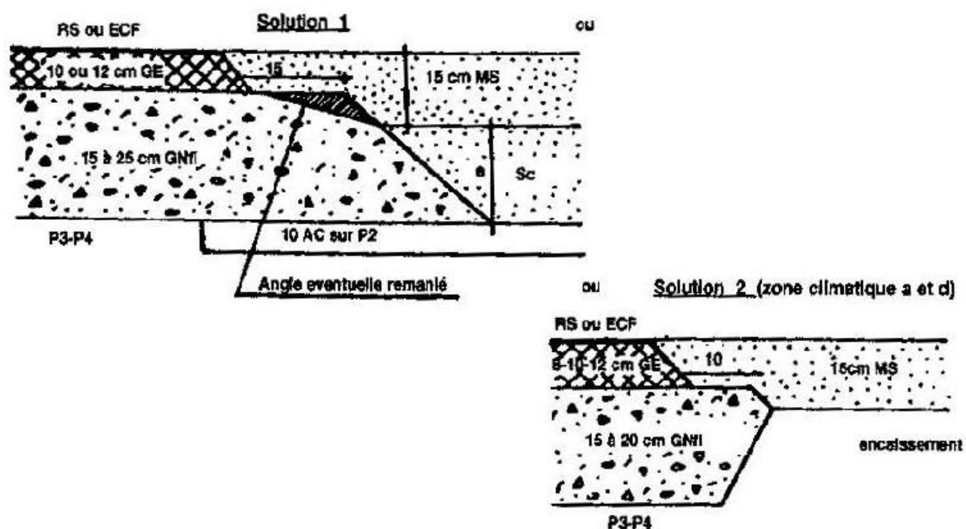
b) solution 2 : zone d seulement



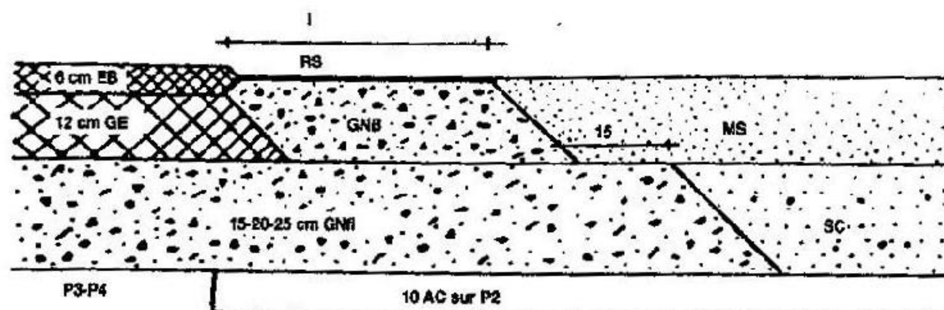
Profil n°2-1



Profil n°2-2

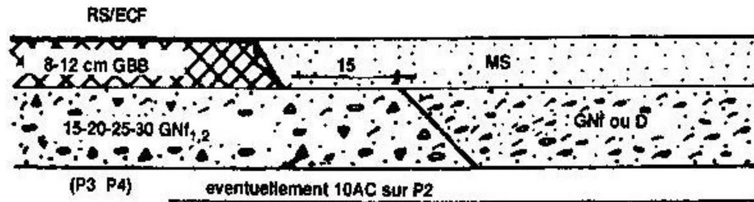


Profil n°2-3

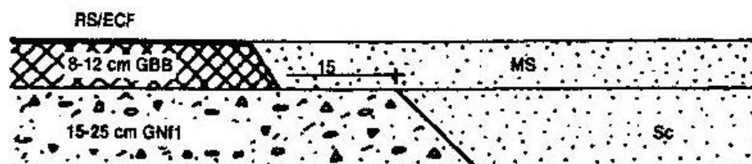


Profil n°3-1

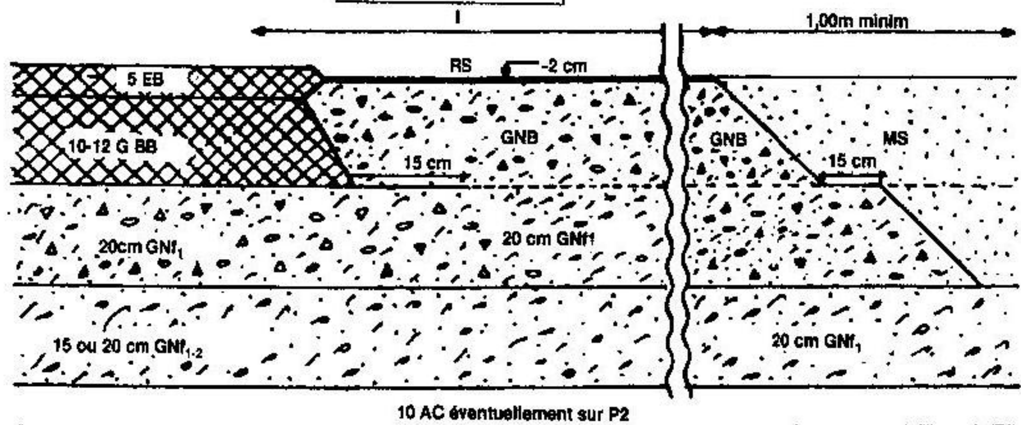
Variante 1 Zones climatiques H et h



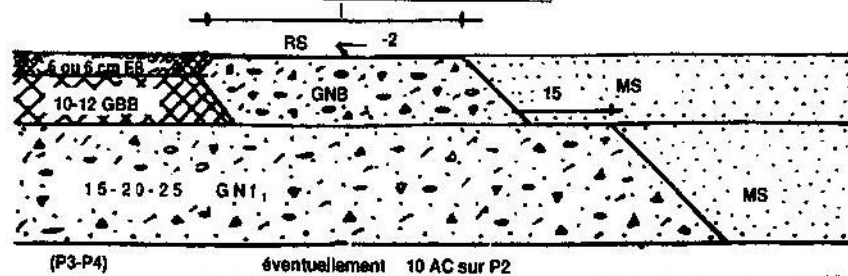
Variante 2 Zones climatiques a et d



Profil n°3-2

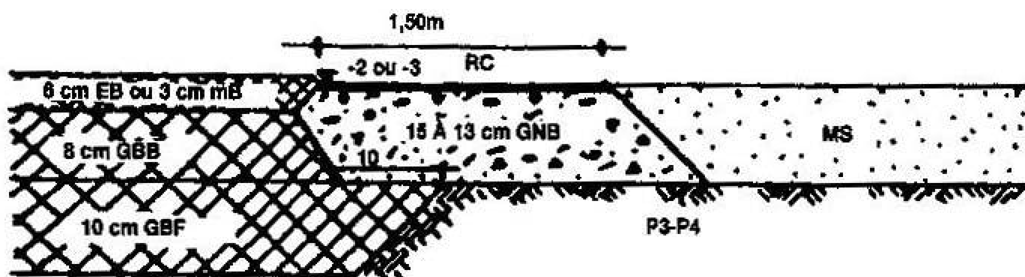


Profil n°3-3

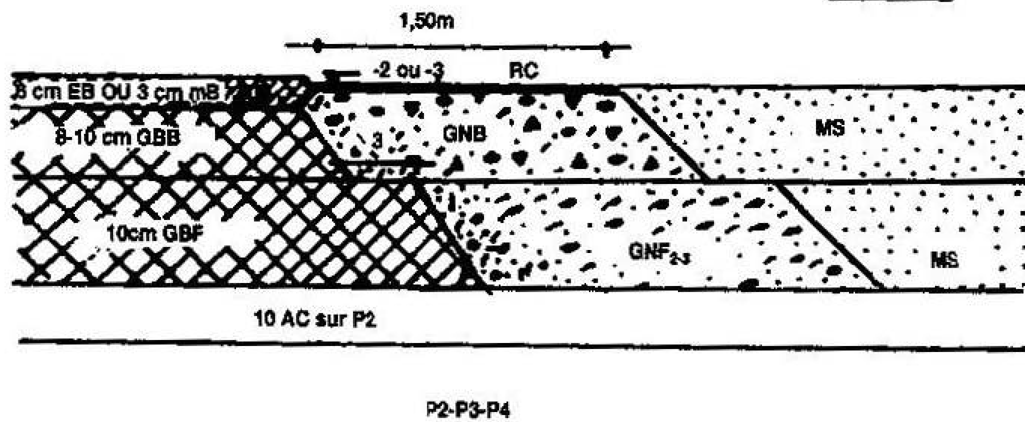


Profil n°3-4

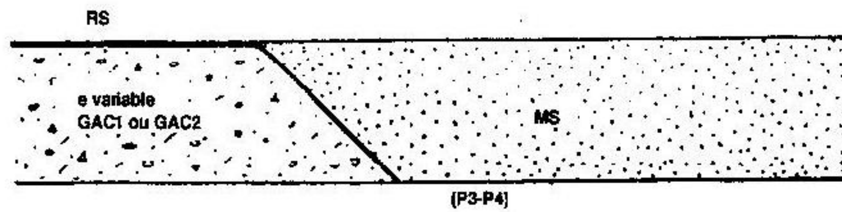
Solution : 1 avec encaissement



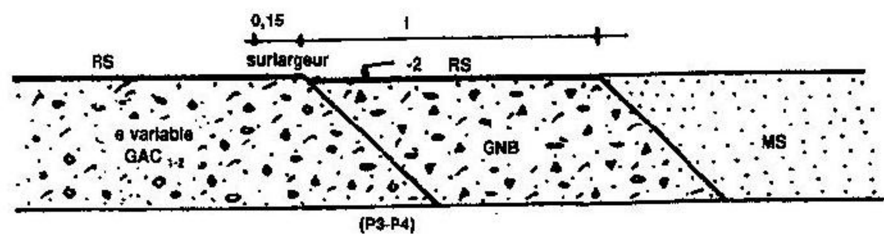
Solution : 2



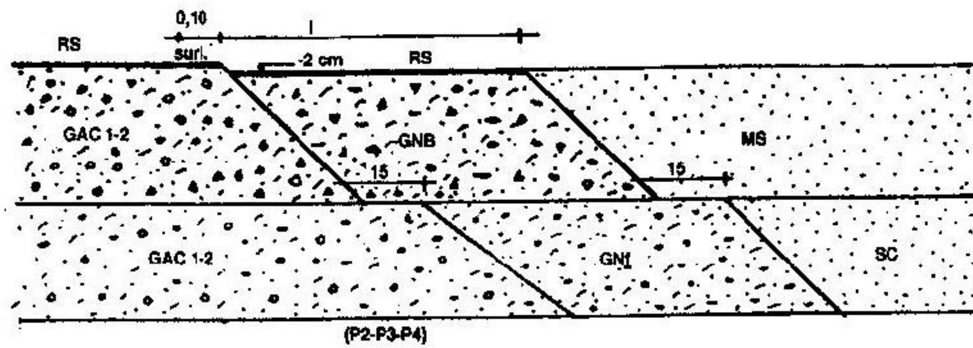
Profil n°4-1



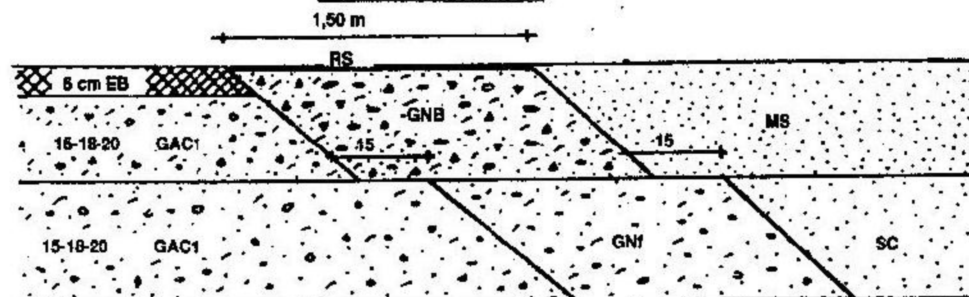
Profil n°4-2



Profil n°4-3

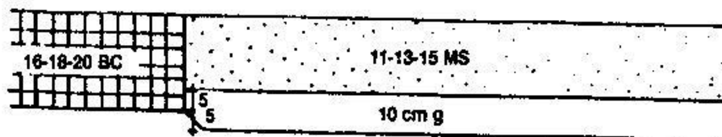


Profil n°4-4

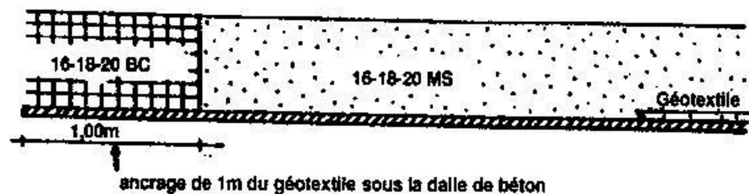


Profil n°5-1

Variante 1

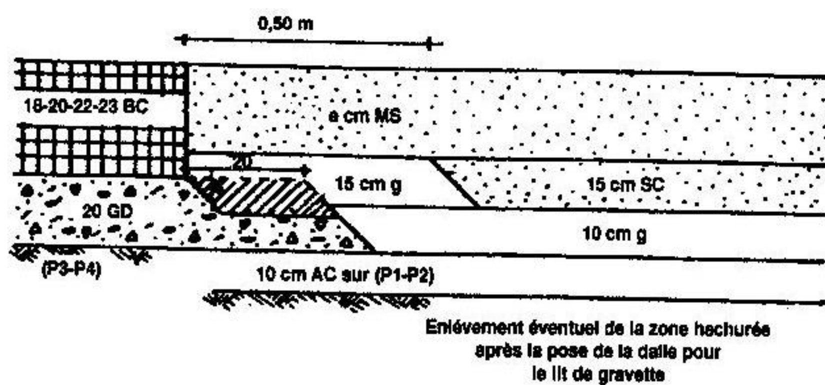


Variante 2

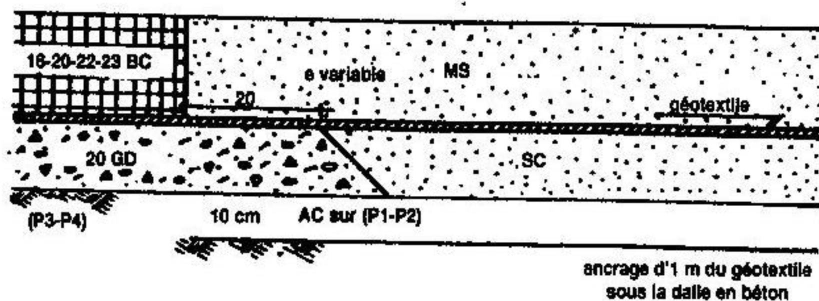


Profil n°5-2 (a)

Variante 1

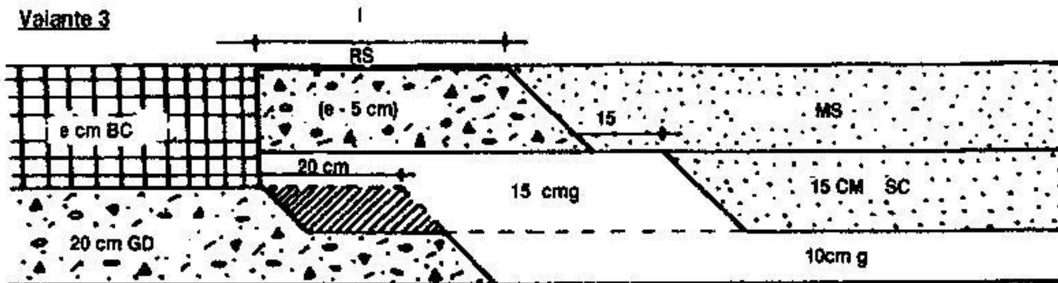


Variante 2



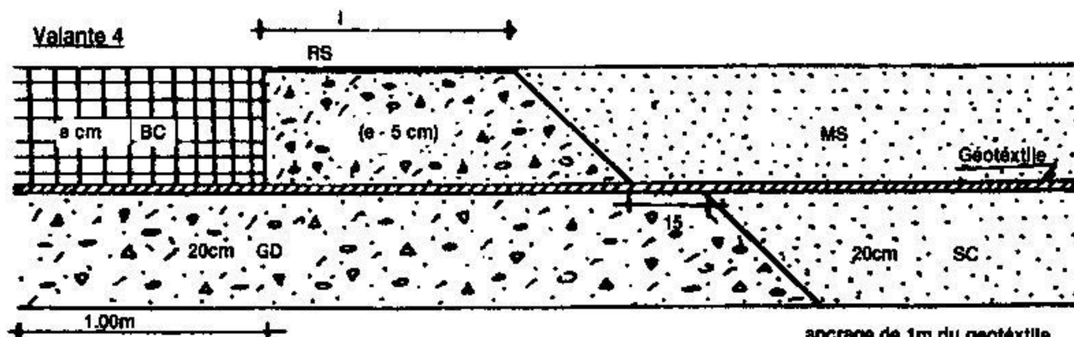
Profil n°5-2 (b)

Valante 3



Enlèvement éventuel de la zone hachurée après la pose de béton

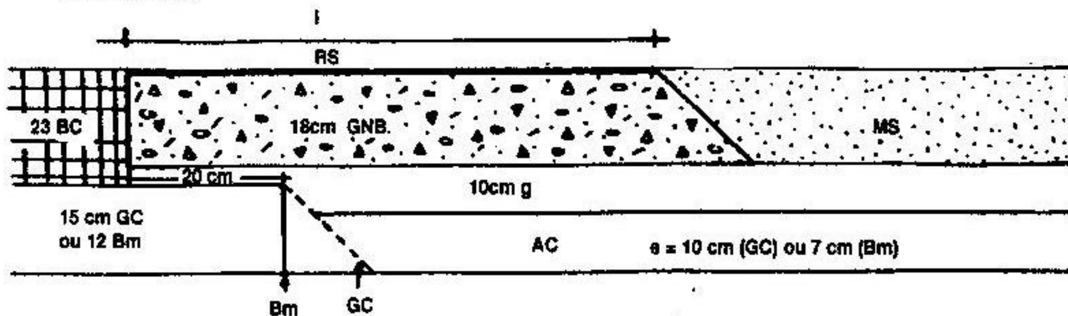
Valante 4



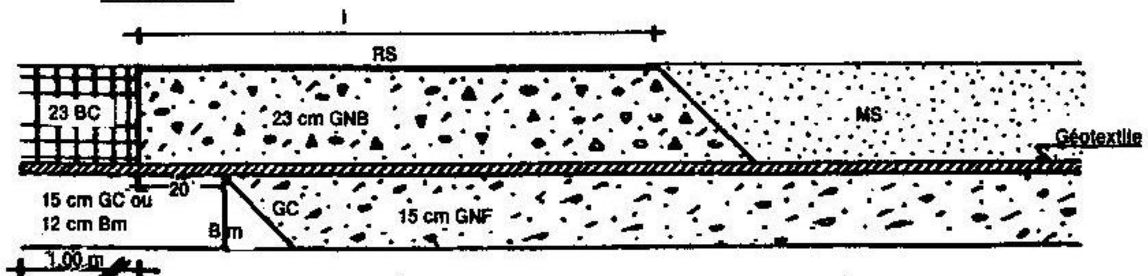
ancrage de 1m du geotextile sous la dalle de béton

Profil n°5-3

Solution n° 1

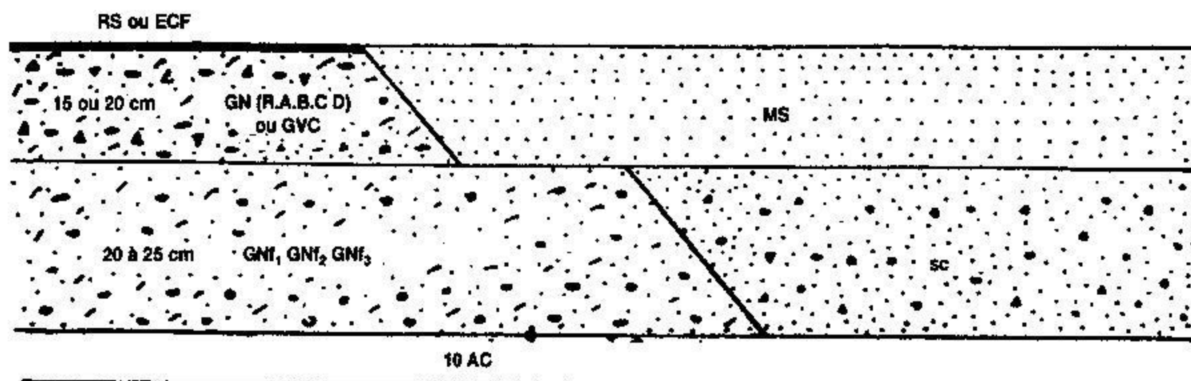


Solution n° 2



ancrage de 1 m du géotextile sous la dalle de béton

Profil n°6-1



Profil n°6-2



ANNEXE I

TRAFIC

1. HYPOTHESE DU CATALOGUE

Pour l'établissement du catalogue, les hypothèses suivantes ont été retenues :

a) Largeur de chaussée

TPL1 : Larg. < 4 m
TPL2 à TPL6 : Larg. > 6 m

b) Agressivité au trafic

Qui traduit le nombre d'essieux de 13 T correspondant à chaque poids lourd de PTC > 8 T.

TPL	1	2	3	4	5	6
Structure souple et semi-rigide	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	1
Structure rigide	0,7	0,7	0,9	1,2	1,3	1,5

c) Taux d'accroissement des poids lourds

Il a été pris égal à 4 %

d) Trafic global

Le trafic exprimé sur les 2 sens est supposé équilibré entre ces deux sens.

e) Durée de vie

Durée de vie courte : 10 ans
Durée de vie longue : 15 à 20 ans

2. TRAFIC DU PROJET

Si pour un projet donné les données réelles de trafic diffèrent des hypothèses énoncées ci-dessus, on utilisera le catalogue en calculant le trafic équivalent en essieu de 13 T cumulé sur la période choisie et en le comparant au tableau ci-dessous :

Structure	Durée de vie	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6
Souple ou Semi rigide	Courte	$8{,}8.10^{3}$	$4{,}5.10^{4}$	$1{,}4.10^{5}$	$3{,}8.10^{5}$	$5{,}7.10^{5}$	1.10^{6}
	Longue	$2{,}2.10^{4}$	$1{,}1.10^{5}$	$3{,}5.10^{5}$	$9{,}5.10^{5}$	$1{,}4.10^{6}$	$2{,}5.10^{6}$
Rigide	Longue	4.10^{4}	$2{,}7.10^{5}$	6,1.105	$1{,}6.10^{6}$	$2{,}3.10^{6}$	$3{,}7.10^{6}$

Nombre réel de poids lourds de PTC 8 T par jour dans les deux sens = **N2**.

- **Largeur de chaussée : C1**

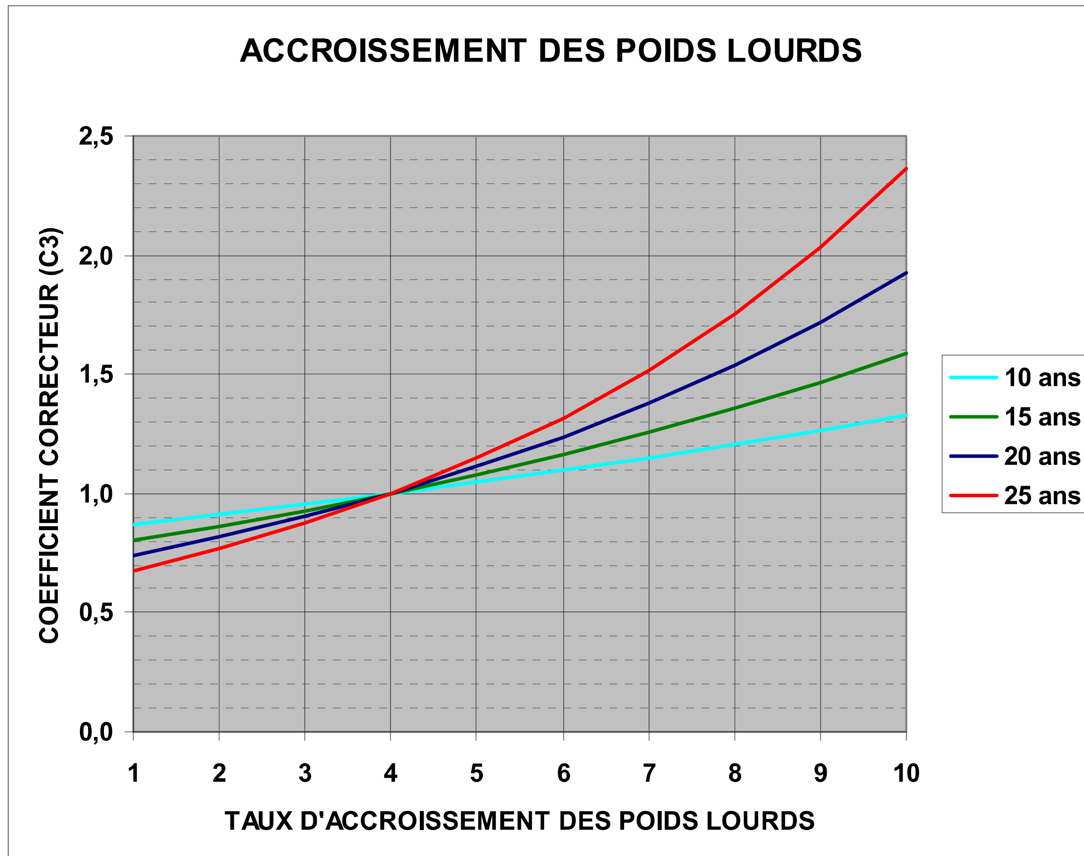
Si pour TPL2 à TPL6 la largeur est comprise entre 4 et 6 m, on affectera le trafic d'un coefficient 1,5.

- **Agressivité : C2**

L'histogramme réel des poids lourds permettra de définir la véritable agressivité par une loi d'accumulation $\frac{Pi}{P13}$ affecté d'un exposant 4 pour chaussée souple, 8 pour chaussée semi-rigide ou matériaux traités au ciment et 12 pour chaussée rigide .

- **Accroissement des poids lourds : C3**

Si le taux d'accroissement du projet s'écarte de 4 %, on peut utiliser un coefficient correcteur C3 défini dans le graphique ci-après.



Le trafic cumulé **N4** pour l'accroissement de 4% est le suivant, exprimé en 10^3.

5 ans	10 ans	15 ans	20 ans	25 ans
2	4,4	7,3	10,9	15,2

- **Cas de 2 x 2 voies : C4**

La structure sera dimensionnée pour la voie la plus chargée dont le trafic poids lourds sera égal à 0,8 fois le trafic poids lourd par sens.

- **Cas des 3 voies**

On affecte tout le trafic lourd sur la voie lente, ce qui revient à dimensionner comme pour une chaussée à deux voies.

- **Cas des trafics déséquilibrés entre les deux sens**

  La structure sera dimensionnée pour le sens le plus chargé.

<u>Conclusion</u> :

Calcul du trafic du projet

Le trafic cumulé est calculé ainsi :

N (essieu de 13 T) = C1 x C2 x C3 x C4 x N4 x N2 x F

Avec : F = 0,5 si trafic équilibré
F = x% répartition du trafic

Ce trafic permet de déterminer la classe TPL équivalent qui servira au dimensionnement.

3. APPROCHE DE CALCUL D'EQUIVALENCE ENTRE LES ANCIENNES CLASSES DE TRAFIC ET LE TRAFIC TPL DU NOUVEAU CATALOGUE

On peut faire les hypothèses suivantes pour des données de trafic de l'ancien catalogue :

- durée de vie longue : 20 ans ;
- trafic à 35 % de poids lourd d'agressivité égal à 0,110 et réduite à 0,66 x 0,110 pour T4, T3
- taux d'accroissement des poids lourd 6%

On aboutit aux équivalences suivantes pour structure souple et semi-rigide.

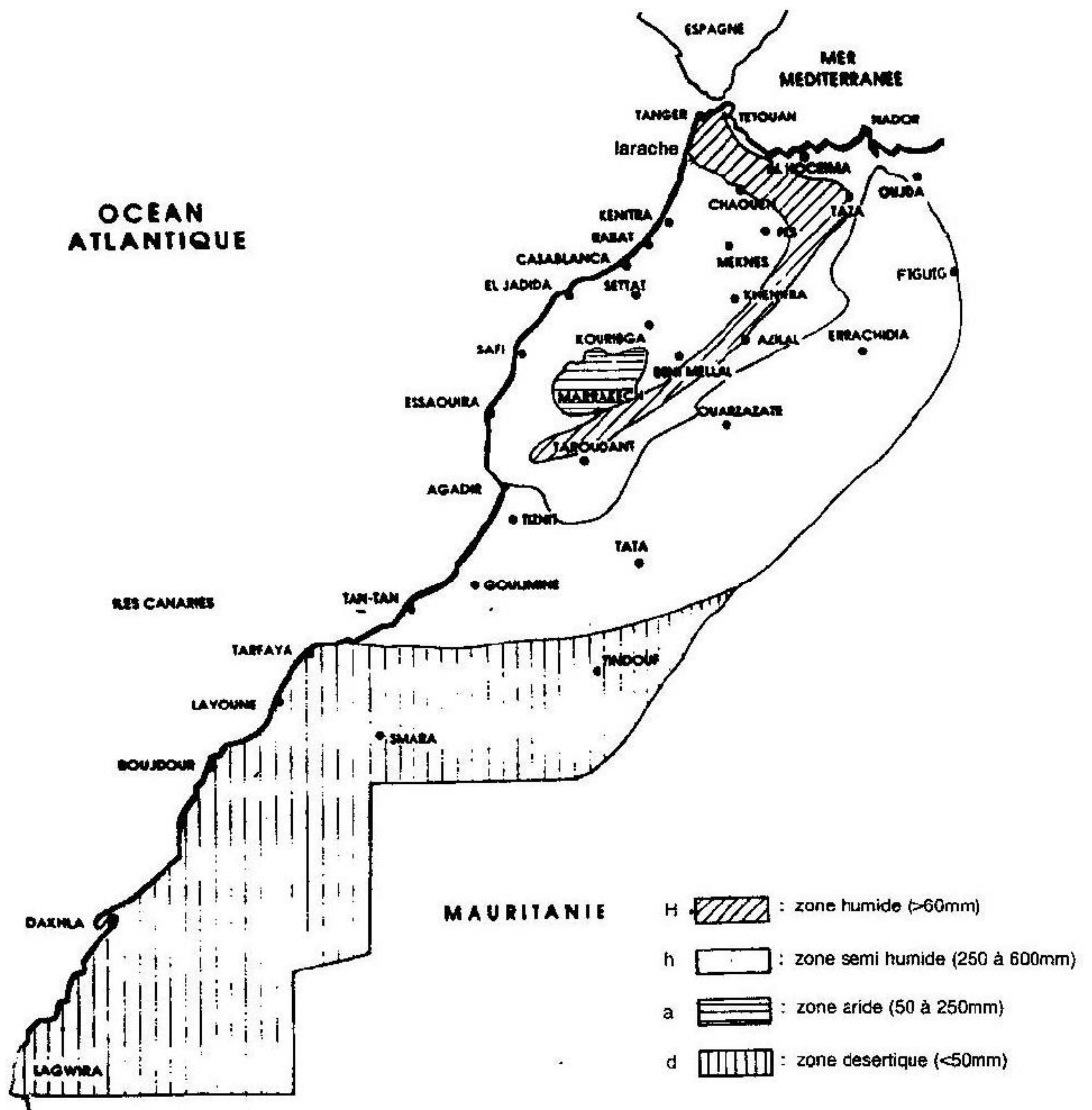
	Ancienne classe de trafic					
Durée de vie	< T4	T4	T3	T2	T1	> T1
Courte	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL – TPL6	
Longue	TPL1	TPL1	TPL2	TPL3-TPL4	TPL4 – TPL5	TPL6
	Nouvelle classe de trafic					

ANNEXE II

ZONES CLIMATIQUES

CARTE SCHEMATIQUE DES ZONES CLIMATIQUES

CARTE DU MAROC



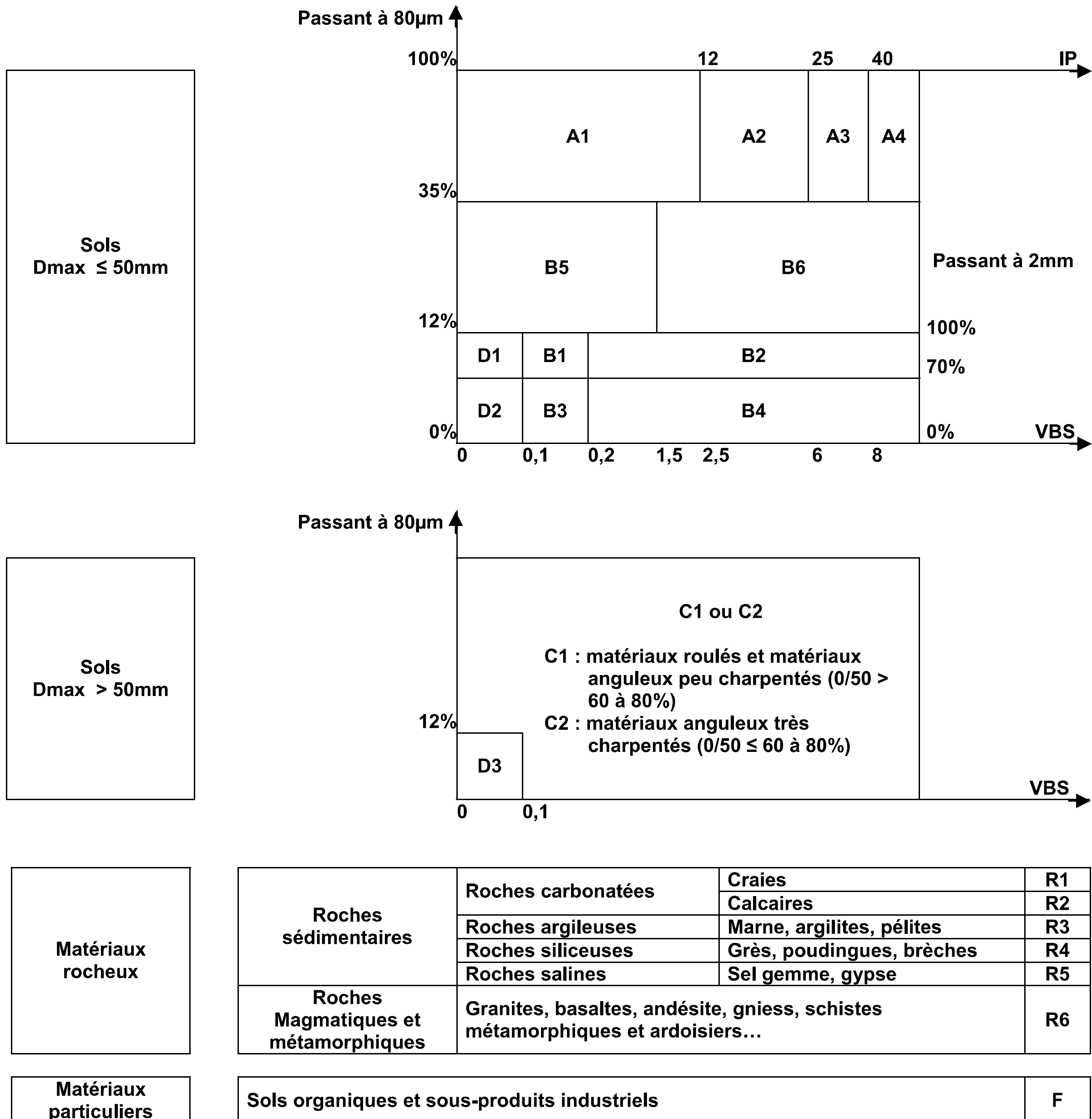
ANNEXE III

CLASSIFICATION DES SOLS

1. CLASSIFICATION R.T.R

Les sols seront classés à l'aide de la classification RTR.

Tableau synoptique de classification des matériaux selon leur nature.



Matériaux rocheux	Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	R1
			Calcaires	R2
		Roches argileuses	Marne, argilites, pélites	R3
		Roches siliceuses	Grès, poudingues, brèches	R4
		Roches salines	Sel gemme, gypse	R5
	Roches Magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésite, gniess, schistes métamorphiques et ardoisiers…		R6
Matériaux particuliers	Sols organiques et sous-produits industriels			F

Pour plus de détail, voir le guide technique réalisation des remblais et des couches de forme - Fascicule I et II de septembre 1992 / LCPC – SETRA.

2. SOLS TIRSEUX

a) Dans certaines régions, des sols tirseux sont rencontrés, ils doivent être identifiés comme tels :

- Sols fins noirs à gris foncé ;
- Sols fortement fissurés en raison sèche et présentant alors un aspect sableux ;

- Sols caractérisés par un fort gonflement dont l'indice d'instabilité volumétrique :

WL – WR > 42 avec
WL limite de liquidité (WL>53)
WR limite de retrait (WR < 13)

b) Ils seront dénommés **TxA3** ou **TxA4** suivant la plasticité atteinte ;
c) Il faut souligner que ces sols peuvent être de faible épaisseur et reposent sur des sols tufacés beaucoup plus stables. Il sera donc préférable d'asseoir la chaussée sur ce tuf après décapage des sols tirseux.

3. SOLS TUFACES

Des sols calcifiés sont fréquemment rencontrés, on les dénomme généralement « tufs ». Sous cette appellation, on rencontre des sols fins et des graveleux à squelette plus ou moins indurés.

Leur comportement dans le long terme et dans les conditions climatiques où ces sols sont rencontrés est nettement supérieur à celui que l'on pourrait prévoir par ses seules caractéristiques habituelles d'identification.

L'élément prédominant semble être le taux de carbonate de calcium ($CaCO_3$).

Dans une première approche, on propose de classer ces sols comme les sols classiques (voir **1 ci-dessus**) en :

- Faisant apparaître leur degré de calcification :

- Si 50% ≤ $CaCO_3$ < 70% sol faiblement carbonaté **Tf** ;
- Si $CaCO_3$ > 70 % sol fortement carbonaté **Tc**.

- Prenant en compte la classification (RTR) :

Soit | Tf A | ou | Tf B |

Soit | Tc A | ou | Tc B | selon que le sol est en A ou B

ANNEXE IV

DETERMINATION DE LA PORTANCE DES SOLS

1. Cas des sols fins classe A et B, Tx et Tf, Tc

La portance à long terme des sols fins qui ont moins de 30 % des éléments supérieurs à 20 mm peut être évaluée à l'aide d'un essai CBR.

La valeur d'indice CBR à prendre en compte correspond à :

- Une compacité de 95 % de l'OPM sur un moulage réalisé à la teneur en eau optimale Proctor et ayant subi une imbibition de 4 jours pour les zones climatiques H, h et a.
- Une compacité de 95 % de l'OPM avec poinçonnement à la teneur en eau de moulage optimum Proctor pour la zone climatique d en dehors des zones inondables.

A partir de cet indice CBR on peut classer le sol en portance Sti à l'aide de l'échelle suivante.

Sti	St0	St1	St2	St3	St4
Indice CBR (imbibe)	≤ 4	≥ 6	≥ 10	≥ 15	≥ 25

Pour les arases qui présentent des CBR compris entre 4 et 6, le géotechnicien jugera le maintien ou non de cette arase dans la catégorie St0. Le jugement devra tenir compte des conditions réelles d'imbibition et de drainage de la plate-forme à long terme.

2. Cas des sols graveleux et grossiers

Pour les sols à plus de 30 % d'éléments supérieurs à 20 mm et les sols classés C et D, y compris les sables, les essais CBR sont soit non réalisables soit peu représentatifs ; c'est pourquoi on estime la portance à long terme à partir des essais de déformabilité.

Ces essais sont effectués sur des matériaux mis en place et compactés et représentent la portance atteinte à ce niveau et ce, pour une condition donnée d'humidité et d'homogénéité et pour une épaisseur d'environ 50 cm. Ils peuvent intéresser soit le niveau 1 (Sti) soit le niveau 2 (Pj). Leur représentativité du comportement à long terme dépend selon la nature du sol de la connaissance des variations des conditions d'humidité dans cette couche lors de la durée de vie de la chaussée.

La détermination de l'indice i ou j en fonction de différentes possibilités d'évaluation de la portance est le suivant :

Indice	1	2	3	4
Essai à la plaque EV 2 (bars)	200 à 500	500 à 1200	1200 à 2000	>2000
Restitution dynaplaque	<50	50 à 55	55 à 60	>60
Déflexion sous 13 T en 1/100e de mm	150 à 300	100 à 150	60 à 100	<60

Il n'y a pas forcément correspondance entre ces trois types d'évaluation de la déformabilité. De même selon la nature du sol, de l'état de surface etc.… Certains de ces essais peuvent ne pas pouvoir être exécutés correctement. Le choix du type de mesure revient au géotechnicien du chantier.

ANNEXE V

MATERIAUX POUR COUCHE DE FORME

1. Couche de forme pour trafics faibles TPL1 – TPL2 – TPL3

1.1 – Fonctionnement de la couche de forme

Pour ces chaussées, l'élément déterminant du dimensionnement est la pression verticale transmise aux différents niveaux notamment au niveau 1. L'accroissement progressif du module des couches de sol puis du corps de chaussée est le mode de fonctionnement le plus rationnel de ce type de structure pour ces trafics.

Pour les sols les plus faiblement portants, on passe par des couches intermédiaires de sols sélectionnés permettant d'atteindre à long terme des portances supérieures.

Ces matériaux sont appelés matériau F2.

1.2 – Choix des matériaux F2

a) Critère de choix

Le choix du matériau type F2 se fait à partir de son comportement à long terme jugé à l'aide de l'essai CBR.

C'est la valeur du CBR évaluée à 95 % de l'OPM après quatre jours d'imbibition qui est le critère retenu. La valeur seuil retenue varie en fonction de l'indice j de la portance Pj visée et de l'indice i existant au niveau 1.

Indice i existant	Indice j visé	CBR seuil pour F2
0 – 1	1 et 2	> 10
2 - 3	3 - 4	> 20

En conséquence pour atteindre un indice j supérieur à 2 à partir d'un niveau existant (indice i) de 0 ou 1, on peut prévoir deux couches de matériau, la première répondant au premier critère (CBR > 10) et la seconde au second critère (CBR > 20) et ceci selon les épaisseurs préconisées au paragraphe IV.4 du catalogue.

b) Type de sols pouvant être classés en F2

Parmi les sols susceptibles de répondre aux critères ci-dessus, on peut citer :

- les sols non sensibles à l'eau : B1, D1, TcB, C1B1, C1B3, C2B
- une partie des sols faiblement sensibles à l'eau : TcA, TfB2, TfB4, B2 et B4.

Cette liste n'est pas exhaustive mais indicative des sols répondant généralement aux critères définis.

Dans l'ensemble, tous les matériaux répondant aux critères du GMTR pour couche de forme sous trafic TPL1, TPL2 et TPL3 sont utilisables.

2. Couche de forme pour forts trafics (TPL4, TPL5, TPL6)

2.1 – Fonction de la couche de forme

Pour de tels trafics et avec les structures à corps de chaussée mobilisant des modules élevés à très élevés (grave bitume, grave ciment, béton de ciment) la fonction de la couche de forme s'enrichit et devient un élément de dimensionnement de la structure outre le fait qu'elle doit permettre de tirer la meilleure partie possible des matériaux du corps de chaussées lors de leur mise en œuvre. C'est donc un comportement évalué en déformabilité immédiate (pour la mise en œuvre) et à long terme (pour le comportement structurel) qui est recherché à travers cette couche de forme.

2.2 Choix des matériaux de couche de forme

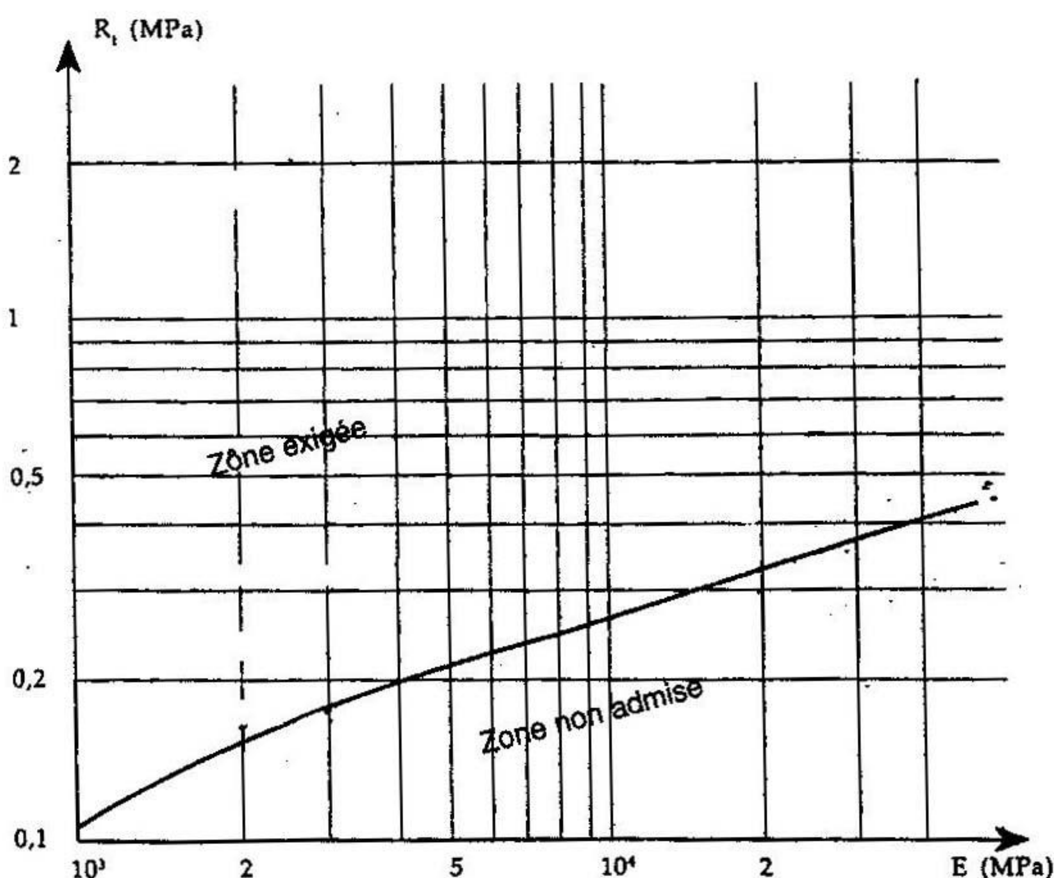
Deux types de matériau sont prévus

- les matériaux graveleux type F1 ;
- les matériaux traités au ciment ou à la chaux ou en traitement mixte (chaux + ciment).

2.2.a – Matériaux graveleux F1

Sont utilisables en tant que matériaux F1, les sols suivants :

B11, B31, B41, D11, D21, D31, C1B1, C1B3, C2B11, C2B31, C2B21, C2B41, C2B51, C2B21, C1B41, C1B51, TcB.



2.2.b – Matériaux traités MT

- Les matériaux traités à la chaux sont des sols fins argileux pour lesquels on exige un CBR à 95 % de l'OPM et après quatre jours d'imbibition supérieur à 30 ;

- Les matériaux fins traités à la chaux et au ciment et les matériaux graveleux et sableux traités au ciment pour lesquels un couple module – résistance à la traction (E/R.T) à 90 jours est exigé, comme indiqué dans le graphique ci-dessus.

2.3 – Vérification de la portance de la couche de forme

Pour vérifier et évaluer la portance finale atteinte au sommet de la couche de forme de type F2 ou MT (après un temps de crue suffisant), on peut effectuer des essais de déformabilité et juger d'un niveau Pj réellement atteint selon le classement indiqué en Annexe 4.2 : à l'aide d'essai de plaques (EV2), d'essai à la dynaplaque (R), ou des mesures de déflexion (d 1/100 mm).

En fonction de l'état hydrique envisageable à long terme on peut ainsi confirmer les portances à long terme prévues au niveau 2 (Pj).

3. Cas de couche de forme sur plate-forme St0 ou St1 quelque soit la classe de trafic

Si le niveau 1 présente une classe St0 et ST1 et dans le cas où les sols de la partie supérieure de ce niveau 1 sont des sols fins on doit s'assurer que les matériaux de couche de forme non liées (F1 et F2) ne seront pas pollués par les sols sous jacents. Pour cela, le matériau de couche de forme doit respecter la règle de non-contamination vis-à-vis des sols sous jacents.
Dans le cas contraire, l'interposition d'une couche anti-contaminante AC d'au moins 10 cm d'épaisseur est nécessaire (voir annexe 6 fiche n°14 paragraphe 2-3).

ANNEXE VI

MATERIAUX POUR CORPS DE CHAUSSEE

MATERIAUX POUR CORPS DE CHAUSSEE

Les fiches ci-après indiquant les caractéristiques essentielles de chacun des matériaux utilisés dans le corps de chaussée. On utilise les abréviations et définitions suivantes.

Pour chacune des techniques particulières, on se réfèrera aux documents techniques (instruction, directive, etc.…) appropriés :

a) Agrégats :

L.A : Dureté Los Angeles ;
M.D.E : coefficient Micro Deval en présence d'eau ;
F.S : coefficient de Friabilité du Sable ;
E.S 10 % : Equivalent de Sable (fraction 0/2) à 10% de fines ;
E.S.V : Equivalent de Sable Visuel (fraction 0/5) ;
W.L : limite de liquidité ;
I.P : Indice de Plasticité ;
P : Pourcentage de passant à 1 mm par lavage ;
C.A : Coefficient d'Aplatissement ;
C.P.A : Coefficient de Polissage Accéléré ;
I.C : Indice de Concassage ;
R.C : Rapport de Concassage ;
V.B : Valeur au Bleu.

b) Mélanges :

R.S : Résistance à Sec à 18°C (L.C.P.C)
R.H : Résistance après immersion à 18°C (L.C.P.C) ;
K : module de richesse P/S ;
P : Pourcentage de bitume ;
S : Surface spécifique du granulat en m²/Kg ;
Rc : Résistance à la compression simple 14 jours (étanche) ;
Rci : Résistance à la compression simple 10 jours étanche + 4 jours eau ;
R.T : Résistance à la Traction directe ;
E.T : Module Elastique à la traction directe ;
C.B.R : indice portant obtenu à l'essai C.B.R ;
Rf : Résistance par flexion sur prisme.

c) Définitions :

I.C : Indice de Concassage.

L'indice de concassage d'un tout-venant est de x si ce tout-venant 0/d est obtenu par concassage d'un matériau ayant x% de refus à la maille d.

RC : Rapport de concassage.

Le rapport de concassage d'un tout-venant ou agrégat de grosseur maximale D est de R.C si ce tout-venant (ou cet agrégat) est obtenu par concassage d'un tout-venant de grosseur minimale d. On a lors :

$$\mathbf{R.C} = \frac{d}{D}$$

Concassage pur :

Un tout-venant ou agrégat est qualité de concassé pur quand :

$$\mathbf{R.C} = \frac{d}{D} > 4$$

FICHE N°1

BETON DE CIMENT (Bc – Bm)

A) GRANULATS

Granularité :

- Dmax < 40
- Fabriqué par classe d/D

Dureté :

- LA < 40 et MDE < 35 pour TPL6 à TPL4
- LA < 45 et MDE < 40 pour TPL3 à TPL1

avec règle de compensation
de 5 points en respectant
LA + MDE < 75

Propreté des granulats :

- P < 2 %
- Pour les concassés P < 5% si VB < 1g pour 100g

B) SABLES

Granularité :

- Tolérance sur le module de finesse ± 0.3 %

Propreté :

- E.S.V > 65
- Si ESV < 65 alors il faut VB < 1g pour 100g de fines.

Dureté :

- de même origine que granulats
- sinon FS < 40
- teneur en éléments coquilliers – fragments de coquillages < 30%

C) CIMENT

- CPJ 45 avec d'autre ajouts

Bc	300 à 330 kg/m^3	Pour 160 l d'eau
Bm	130 kg/m^3	Pour 160 l d'eau

D) PERFORMANCES

Résistance (Rf à 28 j) :

	TPL5 à TPL6	TPL1 à TPL4	
Bc	> 5,0 MPa	> 3,5 Mpa	Essai par flexion Sur prisme
Bm	2,5 MPa	Sans objet	

Consistance, maniabilité :

- Affaissement au cône entre 2,5 et 5 cm.

FICHE N° 2

ENROBES BITUMINEUX (EB)

A) GRANULATS

Classe du fuseau	Granularité - % passant au tamis de				Dureté		Propreté	Angularité
	10	6	2	0.08	MDE	LA	ES	
0/10	100	65 à 80	30 à 45	5 à 9	< 20	< 25	> 40	Concassé pur

Les granularités 0/12 ou même 0/14 peuvent être utilisées pour des raisons de rugosité, les autres caractéristiques restant identiques.

B) PERFORMANCES DE L'ENROBE

Module de richesse	Résistance compression simple à 18°C en bars (RS)	Stabilité marshall en Kg	Compacité%		Fluage Marshall
			LCPC	Marshall	
3,45 à 3,90	Bitume 60/70>55 Bitume 40/50>60	> 1000	90 à 95	93 à 97	< 4 mm
	$\frac{RH}{RS} > 0,75$				

Essai de compactage à la presse à cisaillement giratoire :

- Compacité à 10 girations C10 < 89 % ;
- Compacité à 60 girations C 60 : 92 à 95 % pour 5 et 6 cm d'épaisseur.

FICHE N°3

ENROBES BITUMUNEUX MINCES (mB)

A) GRANULATS : 0/10 – DISCONTINU 3 FORMULES

Formule	%passant au tamis de (mm)					Particularité	Dureté		Propreté ES	Angularité
	10	6	4	2	0.08		LA	MDE		
1	100	35	35	35	8	0/2 + 6/10 + fines	< 25	< 20	> 40	Concassé pur
2	100	53	53	38	11	0/2 + 6/4 + 6/10 ou 0/4 + 6/10 + fines				
3	100	53	53	38	8	Même fractions avec fines	Avec compensat. de 5 points			

B) PERFORMANCES DE L'ENROBE

- Teneur en liant de 5,6 à 6,1 %

Résistance à la compression simple		Compacité		Compacité à la P.C.G.
RS à 18°C en bars	$\frac{RH}{RS}$	LCPC	Marshall (*)	
Bitume 60/70 > 60 Bitume 40/50 > 65	> 0.8	91 à 95%	< 97%	C_{10} < 91% Formule 1 - 91< C_{40}< 96% Formule 2 et 3 - 93 < C_{40}< 96%

(*) Essai Marshall pour compacité en l'absence d'essai PCG.

FICHE N° 4

ENROBE COULE A FROID E.C.F

A) GRANULOMETRIE

Type Tamis	% des passants			
	ECF1	ECF2	ECF3	ECF4
12,5 mm	100			
10	85-95	100		
6,3	70-90	80-95	100	
5	60-85	70-90	85-95	100
2,5	40-60	45-70	65-90	85-95
1,25	28-45	28-50	45-70	60-85
630 µm	18-33	18-33	30-50	40-60
320	11-25	12-25	18-35	25-45
160	6-15	7-17	10-25	15-30
80	4-8	5-10	7-15	12-20

B) PROPRETE

ES (0/5)	VB
> 35 ou > 50 (1)	< 1g/100g

(1) selon le type d'émulsion.

C) COEFFICIENT D'APLATISSEMENT

CA < 20

D) ANGULARITE

Concassé pur (Rc > 4)

E) RESISTANCE MECANIQUE

- L.A < 20 pour TPL6- TPL5 ;
- L.A < 25 pour TPL4 – TPL3 – TPL2 ;
- CPA > 50 pour TPL6 - TPL5 ;
- CPA > 45 pour TPL4 – TPL3 – TPL2.

FICHE N°5

ENDUIT SUPERFICIEL (RS)

A) GRANULATS

- Classes granulaires : 10/14 – 6,3/10 – 4/6,3 et 14/20

Trafic	TPL5	TPL4	TPL3	TPL2 et TPL1	Observation
LA **MDE**(1)	< 20 < 15	< 25 < 20	< 30 < 25	< 35 < 30	Avec compensation de 5 points
Forme	< 20	< 25	< 25	< 30	Voir le pouvoir couvrant
Polissage	> 0,5	> 0,5	> 0,45	> 0,45	Facultatif
Propreté	< 1	< 1	< 1	< 1	Impératif
Adhésivité à l'impression après séchage	6h	24h	24 h		

(1) En zone d le MDE est remplacé par le MD.

B) LIANTS

Les liants à utiliser sont des cut-backs 800/1400 et des émulsions à 65% de bitume (éventuellement des liants modifiés au polymère).

C) FORMULATION

- Enduit bicouche discontinu 10/14 – 4/6 ,3 pour TPL4 – TPL5 ;
- Enduit bicouche continu 10/14 – 6,3/10 pour TPL1 ou 10/14, 6/10 ;
- Enduit monocouche double gravillonnage 10/14 – 4/6,3 pour TPL1 à TPL3 ;
- Enduit monocouche (10/14 ou 6/10) sur GBB et GE pour TPL2 à TPL4 ;
- Zone de montage utilisation possible de 14/20 – 6,3/10 ou monocouche double gravillonnage ;
- Zone urbaine bicouche continu 6,3/10 – 4/6,3

Les dosages en liant pour l'imprégnation et pour les différentes couches sont à étudier cas par cas sur chantier en fonction de la surface à revêtir et des gravillons utilisés.

Les dosages en gravillons sont à ajuster en fonction du pouvoir couvrant.

FICHE N°6

ENROBES OUVERTS A FROID – EF

A) GRANULATS

LA < 25
IC > 75%
CPA > 0,45

Coefficient d'aplatissement < 35.

Propreté ES < 50 (ES 0/2 à 10% de fines).

B) GRANULOMETRIE :

	Pourcentage de passant au tamis de (mm)					
	20	12,5	10	5	2,5	0,08
EF 0/10		100	70-90	15-40	0-5	0-2
EF 0/12	100	60-80	45-65	10-35	0-5	0-2

C) EPAISSEUR

EF 10 < 4 cm
EF 12 : 4 à 6 cm

D) DOSAGE EN LIANT

- teneur en émulsion 6 à 8 %
- module de richesse K = 4,25

E) TYPE DE LIANT

Emulsion anionique ou cationique à 69% de liant

F) CARACTREISTIQUES DU MELANGE

- Aucune spécification de caractéristique mécanique ;
- Surface couverte par du bitume > 90 %
- Epaisseur du liant : épais
- Ressuage très faible < 0,5 %
- Bonne maniabilité.

FICHE N°7

GRAVE BITUME

GBB pour couche de base
GBF pour fondation

A) GRANULATS

a.1

<table>
<tr><th rowspan="3"></th><th rowspan="3">Classe du fuseau</th><th colspan="5" rowspan="2">Granularité passant au tamis de (mm)</th><th colspan="3">Dureté</th><th colspan="2" rowspan="2">Propreté</th><th colspan="3">Angularité</th></tr>
<tr><th colspan="3">TPL</th><th colspan="3">TPL</th></tr>
<tr><th>25</th><th>20</th><th>6</th><th>2</th><th>0,08</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>IP</th><th>ES</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th></tr>
<tr><td rowspan="3">GBB</td><td>0/25</td><td>100</td><td>74 à 100</td><td>37 à 60</td><td>24 à 40</td><td>6 à 10</td><td colspan="2">LA<30 MDE<25</td><td>LA<35 MDE<30</td><td rowspan="4">NP</td><td rowspan="4">>30</td><td rowspan="3">>100</td><td colspan="2" rowspan="3">>50</td></tr>
<tr><td>0/20</td><td></td><td>100</td><td>44 à 65</td><td>25 à 42</td><td>6 à 10</td><td colspan="3" rowspan="2">Avec compensation de 5 points</td></tr>
<tr><td>0/14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6 à 10</td></tr>
<tr><td>GBF</td><td>0/31,5</td><td></td><td></td><td>45 à 60</td><td>20 à 35</td><td>3 à 7</td><td colspan="3">LA<40, MDE<35 avec compensation de 5 points LA+MDE<75</td><td>>30 roulés admissibles</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

a.2 Sable si sable de nature différente FS ≤ 40.

B) PERFORMANCES

<table>
<tr><th rowspan="2">Module de richesse</th><th rowspan="2">Résistance compression LCPC 18°C en bars</th><th rowspan="2">Stabilité Marshall en Kg</th><th colspan="2">Compacité %</th><th rowspan="2">Fluage Marshall (mm)</th><th rowspan="2">Stabilité à l'eau RH/RS (LCPC)</th></tr>
<tr><th>LCPC</th><th>Marshall</th></tr>
<tr><td>2 à 2,5</td><td>Bitume 60/70 > 45
Bitume 40/50 > 50</td><td>Bitume 60/70 > 700
Bitume 40/50 > 800</td><td>88 à 95</td><td>91 à 97</td><td>< 4</td><td>> 0,65</td></tr>
<tr><td>1,5 à 2,2</td><td>Bitume 60/70 > 30
Bitume 40/50 > 40</td><td>Bitume 60/70 > 500
Bitume 40/50 > 600</td><td>85 à 96</td><td>88 à 97</td><td>< 4</td><td>> 0,65</td></tr>
</table>

FICHE N°8

GRAVE EMULSION – GE

A) GRANULATS

Trafic	LA	MDE	Indice de concassage	Propreté	
				ES (à 10%)	V.B
TPL2-TPL3	< 40	< 35	Non précisé	≥ 50	≤ 1
TPL4-TPL5-TPL6	< 30	< 25	> 60	≥ 60	≤ 1

B) SABLE

Si le sable est d’origine différente, on exige : FS ≤ 40

C) GRANULOMETRIE DU MELANGE

Dmax = 14 ou 20 mm

	Pourcentage passant au tamis de (mm)			
	6	2	0,5	0,08
GE 0/14 ou GE 0/20	61-48	44-31	26-17	8-4

D) CARACTERISTIQUE DU MELANGE

- Teneur en bitume d’origine 80/100 résiduel entre 3 et 4 % ;
- Essais Duriez à 18°C et 15 jours d’âge dont 7 jours d’immersion pour une série d’éprouvettes.

Compacité	R 15j sec bars	R8 + 7 immersion / R 15j sec
> 85 %	> 30	> 0,55

FICHE N°9

GRAVE AMELIOREE AU CIMENT (GAC)

A) MATERIAUX

- Deux types de granulats

	Dureté		Forme	Propreté			IC	Pour TPL
	LA	MDE		P	VB	ES 10%		
M1	30	25	20	2	<1,5	> 45	> 30	5 et 6
M2	35	30	20		< 2	> 40	> 30	3 et 4

Avec règle de compensation entre LA et MDE dans la limite de 5 points.

B) GRANULARITE DES MATERIAUX M1 ET M2

	Granularité passant au tamis de mm							
Origine	40	31,5	20	10	6,3	2	0,08	
Ballastière	100	85 100	68 100	43 78	35 64	22 43	4 11	0/31,5
Roche massive	100	85 100	62 90	35 62	25 50	14 34	2 10	0/31,5
	-	100	85 100	47 77	35 60	18 38	2 10	0/20

C) CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Deux types de grave ciment définis selon la position du couple Et-Rt (à 90 jours) dans le diagramme suivant :

- GAC1 : domaine 1
- GAC2 : domaine 2

Et et Rt déterminés sur éprouvettes moulées à 98% OPM à la teneur en eau WOPM ou WOPM-1 (selon étude).

FICHE N° 10

GRAVE NON TRAITEE RECOMPOSEE (GNR)

A) GRANULARITE 0/20

	Granularité passant au tamis de (mm)								
%	31,5	30	10	5	2	1	0,5	0,2	0,08
Mini	100	85	56	38	23	16	11	7	4
Maxi	-	100	84	66	46	34	24	14	8

B) PROPRETE

- Indice de plasticité : IP non mesurable ;
- Equivalent de sable sur la fraction 0/2 ramenée à 10% de fines : sup. à 50 ;
- Sinon V.B < 1

C) RESISTANCE MECANIQUE

- Dureté Los Angelès (LA) inférieur à 25 ;
- Micro Deval en présence d'eau (MDE) inférieur à 20.

Un écart maximum de 5 points sur l'une ou l'autre de ces valeurs de base est toléré s'il est compensé par une réduction correspondante de l'autre valeur.

Exemple : LA < 30 et MDE < 15 ou LA < 25 et MDE < 20.

D) FROTTEMENT INTERNE

- Indice de concassage (IC) – 100% ;
- Coefficient d'aplatissement (CA) inférieur à 30

FICHE N° 11

GRAVE NON TRAITEE TYPE A ET B : GNA – GNB

A) GRANULARITE

	Granularité passant au tamis de mm							
Origine	40	31,5	20	10	6,3	2	0,08	
Ballastière	100	85 à 100	68 à 100	43 à 78	35 à 64	22 à 43	4 à 11	0/31,5
Roche massive	100	85 à 100	62 à 90	35 à 62	25 à 50	14 à 34	2 à 10	0/31,5
	-	100	85 à 100	47 à 77	35 à 60	18 à 38	2 à 10	0/20

B) RESISTANCE MECANIQUE

- L.A < 30
- MDE < 20 (non applicable en zone d).

C) AUTRES CARACTERISTIQUES

Angularité

GNA IC > 100 %
GNB IC > 35 %

Propreté

ES (0/5) > 30 ou
ES (0/2) > 45 sinon VB < 1,5

FICHE N°12

GRAVE NON TRAITE TYPE C ET D : GNC – GND

A) GRANULARITE

	Granularité passant au tamis de (mm)						
	60	40	20	10	6,3	2	0,08
0/31,5	-	100	52 à 87	35 à 70	25 à 60	13 à 38	2 à 10
0/40	100	80 à 100	57 à 82	30 à 65		10 à 32	2 à 10

B) RESISTANCE MECANIQUE

	LA	**MDE(1)**	**LA + MDE**
GNC	< 35	< 30	< 65
GND	< 40	< 35	< 75

(1) en zone d le critère MDE n'est pas pris en compte.

C) AUTRES CARACTERISTIQUES

Angularité

GNC IC > 30, GND roulé admissible

Propreté

IP < 6 zone H, h sinon VB < 1,5
IP < 12 zone a, d

FICHE N° 13

GRAVE VALORISEE AU CIMENT GVC

1/ GRANULATS

a) Granularité

- 0/31,5 et 0/40 type GNC – GND ou
- matériaux graveleux de Dmax = 40 avec coefficient d'uniformité $Cu = \frac{D60}{D10} > 10$

b) Propreté

- 6 < IP < 12

c) Résistance mécanique

- LA < 40 – MDE < 35

Avec règle de compensation de 5 points en respectant LA+MDE < 75.

2/ MELANGE

a) Caractéristiques mécaniques

Une étude de laboratoire doit permettre de vérifier qu'avec des dosages de 2 à 4% de ciment, on obtient :

a) Un indice C.B.R à 7 jours (3 jours à l'air + 4 jours immergé) $\geq$ 100% et / ou

b) . Une Rci à 14 jours (10 + 4) > 20 bars et < 50 bars et

. $\frac{Rci}{Rc} > 0,5$

Rc conservation 14 jours à l'air.

b) Réalisation

En raison des méthodes de réalisation, il convient de prévoir les dosages minima suivants :

- mélange sur chantier : 3 % de ciment ;
- mélange en centrale : 2 %

et aussi 1 % de plus en chantier que sur le dosage déterminé en laboratoire.

FICHE N°14

PIERRE CASSEE

A) GRANULARITE

- d/D : 40/60 et 50/70 avec retenus à D et passants à d < 10% et passant à 0,63 d < 3 %

B) FORME

- Moins de 10 % d'éléments avec L + G > 6 E
- Moins de 3 % d'éléments ne passant pas à D + 30 mm.

C) PROPRETE

- Moins de 3 % d'éléments inférieurs à 1 mm

D) RESISTANCE MECANIQUE

- LA < 40

D) MATIERE D'AGREGATION (macadam à l'eau)

- Sable aussi propre que possible ; ex : 0/10 mm avec ES > 40 %

F) LIANT ET GRANULAT POUR PENETRATION

- Gravillon 15/25 – 5/15 et 0/5 (successivement)
  ou 10/14 – 6/10 – 4/6 et 2/4 (successivement)

- Liant : émulsion ou cut-back très visqueux.

FICHE N° 15

BLOCAGE (BL)

A) GRANULARITE d/D

- 100/200 ou 100/250

B) RESISTANCE MECANIQUE

- LA < 40

C) PRODUIT DE CLAVETAGE

- Déchets de pierre cassée.

FICHE N° 16

GRAVE NON TRAITEE POUR COUCHE DE FONDATION GNF 1-2-3

Trois catégories de graves non traitées pour couche de fondation sont prévues :
GNf1 – GNf2 – GNf3 en 0/40 ou 0/60

A) GRANULARITE

Les fuseaux de spécification sont les suivants :

Matériau	Classe	% passant au tamis de (mm)							
		80	60	40	20	10	6,3	2	0,08
GNf1	0/60	100	100	89 58	69 40	59 31	53 26	40 18	10 2
	0/40	100	100	100	90 60	70 40	64 33	48 20	14 2
GNF2 et GNF3	0/60	100	100 80	89 55	69 32	59 25	53 17	40 7	10 2
	0/40	-	100	100 80	90 47	70 30	64 20	48 10	14 2

B) PROPRETE

Zone	H, h, a	d
GNf1	ES>30 ou IP <6 sinon VB <1,5	IP < 8
GNf2-3	IP < 8	IP < 12

C) DURETE

Zone	H, h, a	d
GNf1	LA < 30 MDE < 25	LA < 30
GNf2	LA < 40 MDE < 35	LA < 40
GNf3	LA < 50 MDE < 45	LA < 50

D) ANGULARITE

- GNf1 IC > 60
- GNf2 IC > 30
- GNf3 IC sans condition

FICHE N° 17

MATERIAU POUR ACCOTEMENT

La note technique de la DRCR/DT intitulée « spécification pour matériau d'accotement » de 1990 définit :

- 3 types de matériau pour couche supérieure d'accotement MS1 – MS2 – MS3 ;
- Les caractéristiques des matériaux pour sous couche (Sc) ;
- Les caractéristiques des couches anticontaminantes (AC) ;
- Et celles des matériaux drainants (D).

1/ Matériau pour couche supérieure MS1 – MS2 – MS3

- Granulométrie - dureté

	% passant au tamis de (mm)					Dureté LA
	50	**40**	**10**	**5**	**0,08**	
MS1	100	50 à 100	-	15 à 70	4(2) à 20	< 50
MS2	100	50 à 100	35 à 100	15 à 75	2 à 50	< 60
MS3	100	-	-	-	-	-

- Propreté :

	Critères		Zone climatique		
			H, h	**a**	**d**
MS1	6<IP <20 et fx IP <	Roulé	225	250	300
		IC > 30	200	225	275
		IC > 100	175	200	250
MS2	IP <		12	15	20
MS3	IP <		15	20	25

f : pourcentage d'éléments inférieurs à 0,08 mm

Matériaux carbonatés :

Si Ca C03 > 70 % pas de critère de dureté et propreté pour MS1 et MS2.

2/ Matériau pour sous-couche (Sc)

On adopte les critères de matériaux pour couche de forme (cf. CPC fascicule n°5).

3/ Couche anticonatminante (AC)

On respecte dans la mesure du possible la règle de non contamination :

- d15 du matériau filtrant ≤ 4,5 d85 du sol de plate-forme ;

- avec Dmax inférieur au 1/3 de l'épaisseur de la couche ;
- I.P < 20

4/ Matériau drainant (D)

Granulométrie 0/D

- On respecte la règle : d15 du matériau drainant ≥ 4.5 d15 du matériau à drainer ;

- Ou une grave avec passant à 0.08 mm < 5% et passant à 2 mm < 10%.

Granulométrie d/D

- avec d > 5 mm
- On protège le matériau dans un géotextile de poids minimum 200 g/m².

FICHE N° 18

MATERIAU DRAINANT SOUS CHAUSSEE EN BETON

A) COUCHE GRANULAIRE (g)

Granularité

- 4/20 ou 6/20

Dureté

Trafic TPL	LA	MDE
6 - 5	< 25	< 20
Autres	< 30	< 25

B) GEOTEXTILE

- Ame drainante en textile épais entre deux textiles filtrés.

Caractéristiques

Ame drainante **:**

- RT < 3 KN/m
- Allongement à la rupture entre 60 et 100 % ;
- Transmissivité 5,10 m²/s sous 200 kPa ;
- Porométrie comprise entre 200 et 300 µ ;
- Résistance à la déchirure 1 KN dans les deux sens ;
- Compressibilité : déformation < 2/100 mm sous 100.000 chargements de 0,1 à 0,4 bars.

Filtres :

- Porométrie coté sol < 100 µ
  coté béton < 250 µ ;
- Résistance à la traction > 16 KN dans les deux sens ;
- Allongement à la rupture compris entre 30 et 50 % ;
- Résistance à la déchirure > 1 KN dans les deux sens.

ANNEXE VII

PROFIL EN TRAVERS

Les profils en travers type ont été élaborés selon les principes suivants :

1 - Surlargeur

En dehors des surlargeurs éventuelles liées à des éléments géométriques (virage, etc…), des surlargeurs liées à la mise en oeuvre et à la répartition des charges en rives sont proposées :

- surlargeur de 20 cm pour les couches de fondation de chaussée béton (problème de construction) ;
- surlargeur de 5 cm pour matériau lié aux liants hydrocarbonés et de 15 cm pour matériau non lié (problème de réparation de charge) et pour matériau lié au ciment.

2 – Talus des couches de chaussée

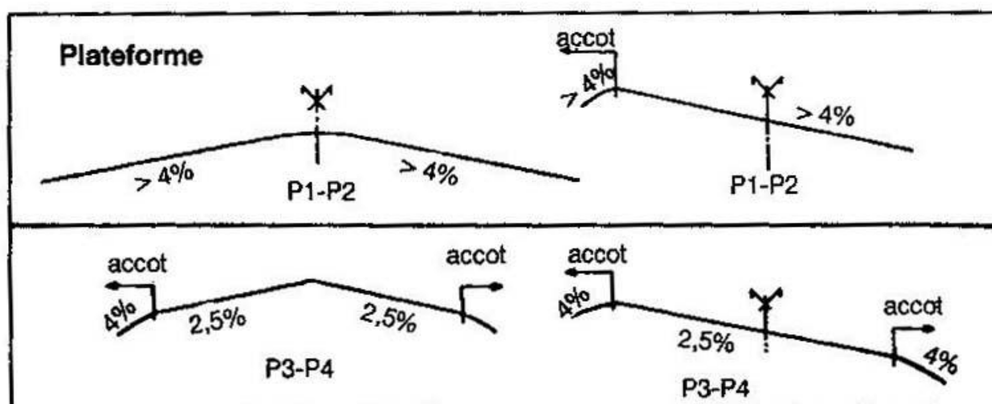
Pour les profils en travers, on adopte :

- des talus de 1/1 pour les matériaux non traités ou traités aux liants hydrauliques ;
- des talus de 2/1 (2 de haut pour 1 de base) pour les matériaux traités aux liants hydrocarbonés (GBB – GE) ;
- la verticale pour les enrobés bitumineux en roulement (EB) ainsi que pour les bétons de ciment et les bétons maigres (BC –Bm).

3 – Pente transversale de la plate-forme (niveau 2)

a) Cas des profils sans drainage du corps de chaussée par la base de l'accotement

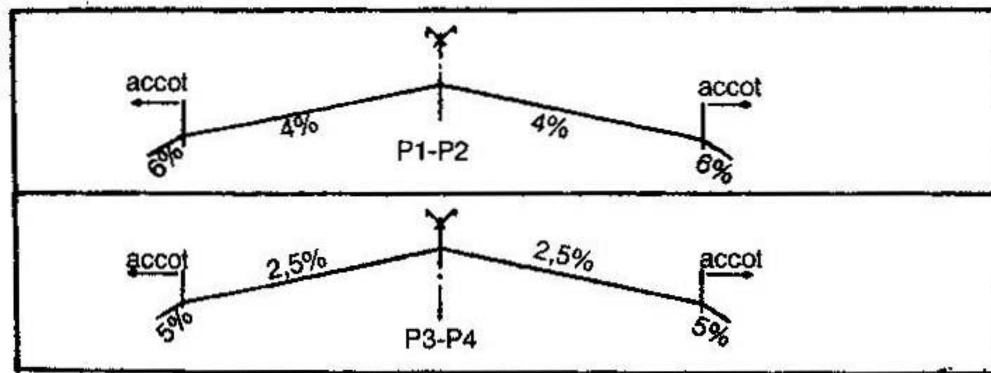
- Le profil normal de la plate-forme est en toit avec pente supérieure à 4% pour les plate-formes P1 – P2, égale à la pente de la surface de chaussée pour les autres plate-formes.
- En cas de dévers, une pente unique (4% S1 ou x % autres sols) peut être adoptée avec contre-pente au niveau de l'accotement situé en haut du dévers.



b) Cas des profils avec drainage du corps de chaussée par la base de l'accotement

- Sous la partie drainante en accotement, la pente transversale sera augmentée de 2% à 2,5% ; (soit 6 % et 5 %)

- La surépaisseur de matériau pour retrouver le profil en surface de l'accotement sera apportée avec le matériau permettant l'économie maximale (matériau de sous couche quand il existe ou MS).



4 – Encaissement

Le profil en encaissement conduit à des pièges à eau très préjudiciables au comportement de la chaussée, notamment dans les corps de chaussées granulaires.

Cependant, dans le cas des sols drainants et pour des climats à faible pluviométrie (a et d), ce type de profil a été adopté surtout en faible trafic.

5 – Accotements

Sur la largeur (l) les accotements sont revêtus pour les trafics :

TPL6 sur une largeur de 1,50 m
TPL5 sur une largeur de 1,00 m
TPL4 sur une largeur de 0,75 m

Pour les chaussées en béton de ciment à 1 voie (< 5 m) une largeur de 1.00 m a été adoptée.

ANNEXE VIII

ELEMENTS DE CALCUL DE STRUCTURE

ELEMENTS DE CALCUL DE STRUCTURE

Différents principes de méthodes de calcul des structures ont été retenus pour l'élaboration du catalogue.

1 – Chaussées à faible trafic et structures souples :

Pour ces structures, ce sont les éléments portance de la plate-forme (type CBR) et contraintes verticales transmises qui ont été utilisés à travers :

- La ROAD NOTE N° 29 du TRRL ;
- Le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic du SETRA / LCPC édition 1981 ;
- Le manuel des chaussées à faible trafic – Madrid 1991 / édition composan.

En particulier les seuils CBR admis pour les couches de forme et les matériaux valorisés au ciment (GVC). Les caractéristiques des matériaux GNC – GND –GNf2 et GNf3, sont aussi issues d'une utilisation comparative de ces documents.

2 – Chaussées à fort trafic et à structure bitumineuse (grave bitume et enrobé bitumineux) :

Pour ce type de structure des calculs d'allongement admissible au niveau notamment de la base des graves bitumes ont été effectués en utilisant le modèle ALIZE III, tel que présenté dans le document pratique d'ALIZE III de septembre 1981 ; les hypothèses retenues pour cette utilisation sont les suivants :

- Température moyenne 30° C ;
- Collage au niveau de toutes les interfaces ;
- Coefficient de poisson 0,45 (GBB – EB) ;
- Coefficient de poisson 0,35 (GN et sols) ;
- Jumelage type de 6,5 T ;
- Lois de fatigue et coefficients K1, K2, K3, K4 directement issus des fiches de matériau du document de référence ;

- Modules des sols et graves pour :

Portance	P2	P3	P4
Module sol (bars)	500	1200	2000
Module GN (bars)	2000	4800	5000

- Taux de risqué retenu

TPL6 = 20 %
TPL5 = 35 %
TPL4 = 50 %

3 – Chaussées à structure béton de ciment :

Les structures proposées avec les équipements nécessaires (goujon, drainage) ont été élaborées en prenant en compte le guide pratique pour le transfert de technologie ˝ la route en béton de ciment ˝ de l'AIPCR édition 1987.